

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-185967

(P2004-185967A)

(43) 公開日 平成16年7月2日(2004.7.2)

| | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. ⁷ | F 1 | テーマコード (参考) |
| H 0 5 B 33/14 | H 0 5 B 33/14 | 3 K 0 0 7 |
| C 0 8 F 212/00 | C 0 8 F 212/00 | 4 J 0 2 6 |
| C 0 8 F 220/34 | C 0 8 F 220/34 | 4 J 0 3 1 |
| C 0 8 F 226/12 | C 0 8 F 226/12 | 4 J 1 0 0 |
| C 0 8 F 293/00 | C 0 8 F 293/00 | |
| 審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 65 頁) 最終頁に続く | | |

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2002-351157 (P2002-351157) | (71) 出願人 | 000001270 |
| (22) 出願日 | 平成14年12月3日 (2002.12.3) | | コニカミノルタホールディングス株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 |
| | | (72) 発明者 | 北 弘志 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会 社内 |
| | | (72) 発明者 | 山田 岳俊 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会 社内 |
| | | (72) 発明者 | 硯里 善幸 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会 社内 |
| | | (72) 発明者 | 植田 則子 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会 社内 |
| | | 最終頁に続く | |

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、その製造方法、表示装置、照明装置及び光源

(57) 【要約】

【課題】発光効率が高く、かつ、製造負荷が低減された有機エレクトロルミネッセンス素子及びその製造方法、それを有する表示装置、照明装置及び光源を提供すること。

【解決手段】発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A)、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) 及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) のうち、少なくとも2つを分子内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光ホストの機能を有する分子を含む単位（Ａ）、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｂ）及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｃ）のうち、少なくとも２つを分子内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】

発光ホストの機能を有する分子を含む単位（Ａ）、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｂ）及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｃ）のうち、少なくとも２つを繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 3】

発光ホストの機能を有する分子を含む単位（Ａ）と正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｂ）の両方を少なくとも１種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

発光ホストの機能を有する分子を含む単位（Ａ）と電子輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｃ）の両方を少なくとも１種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【請求項 5】

発光ホストの機能を有する分子を含む単位（Ａ）、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｂ）及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｃ）の３種をそれぞれ少なくとも１種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】

正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｂ）及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位（Ｃ）の両方を少なくとも１種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

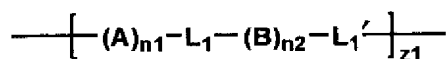
30

【請求項 7】

多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが下記一般式（１）で表されることを特徴とする請求項 3 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1】

一般式(1)



40

（式中、（Ａ）は発光ホスト化合物を含む単位を表し、（Ｂ）は正孔輸送性化合物を含む単位を表し、 L_1 、 L_1' はそれぞれ独立に前記（Ａ）と前記（Ｂ）を連結する任意の連結基または単なる結合手を表し、 n_1 、 n_2 及び z_1 はそれぞれ独立に 1 以上の整数を表す。）

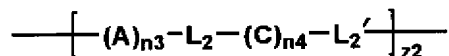
【請求項 8】

多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが下記一般式（２）で表されることを特徴とする請求項 4 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【化 2】

一般式(2)



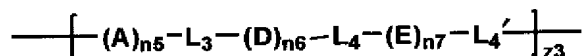
(式中、(A)は発光ホスト化合物を含む単位を表し、(C)は電子輸送性化合物を含む単位を表し、 L_2 、 L_2' はそれぞれ独立に前記(A)と前記(C)を連結する任意の連結基または単なる結合手を表し、 n_3 、 n_4 及び z_2 はそれぞれ独立に1以上の整数を表す。)

【請求項 9】

多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが下記一般式(3)で表されることを特徴とする請求項5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 3】

一般式(3)



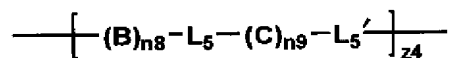
(式中、(A)は発光ホスト化合物を含む単位を表し、(D)は正孔輸送性化合物を含む単位(B)または電子輸送性化合物を含む単位(C)のどちらか一方を表し、(E)は(D)が表す前記(B)または(C)のうち(D)で選択されなかった一方を表し、 L_3 、 L_4 及び L_4' はそれぞれ独立に前記(A)と前記(D)及び前記(D)と前記(E)を連結する任意の連結基または単なる結合手を表し、 n_5 、 n_6 、 n_7 及び z_3 はそれぞれ独立に1以上の整数を表す。)

【請求項 10】

多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが下記一般式(4)で表されることを特徴とする請求項6記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 4】

一般式(4)



(式中、(B)は正孔輸送性化合物を含む単位を表し、(C)は電子輸送性化合物を含む単位を表し、 L_5 、 L_5' はそれぞれ独立に前記(B)と前記(C)を連結する任意の連結基または単なる結合手を表し、 n_8 、 n_9 及び z_4 はそれぞれ独立に1以上の整数を表す。)

【請求項 11】

発光ホストの機能を有する分子を含む単位(A)が、少なくとも1つ以上の置換基で置換されたN-フェニルカルbazol化合物を含むことを特徴とする請求項1～9の何れか1

10

20

30

40

50

項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 2】

燐光性ドーパントがイリジウム化合物、オスミウム化合物または白金化合物であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 3】

イリジウム化合物がイリジウムを含有するオルトメタル化錯体であることを特徴とする請求項 1 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 4】

有機エレクトロルミネッセンス素子の電極上に電極界面改質層を有することを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 の何れか 1 項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 ～ 1 4 の何れか 1 項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の少なくとも 1 つの有機層を塗布法によって形成することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 ～ 1 4 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 ～ 1 4 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする照明装置。

20

【請求項 1 8】

請求項 1 ～ 1 4 の何れか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光効率に優れた有機エレクトロルミネッセンス（以下有機 EL と略記する）素子及びその製造方法、それを有する表示装置、照明装置及び光源に関する。

【0002】

【従来の技術】

30

有機 EL 素子は非常に薄い薄膜を陽極と陰極ではさみ電流を流すことで発光する電流駆動型発光素子である。

【0003】

通常、有機物は絶縁体であるが有機層の膜厚を非常に薄くすることにより電流注入が可能となり有機 EL としての駆動が可能となる。実際、10V 以下の低電圧で駆動することが可能であり、高効率な発光を得ることが可能なため将来のディスプレイとして注目されている。

【0004】

特に最近では従来の有機 EL の効率を遙かにしのぐ燐光発光系有機 EL 素子が S. R. Forrest 等により見い出されており (Appl. Phys. Lett. (1999), 75 (1), 4-6)、さらに、C. Adachi 等が報告しているように、使用する材料を最適化することで (J. Appl. Phys., 90, 5048 (2001)) 60 lm/W にも及ぶ視感度効率を出すに至っており、電子ディスプレイへの応用もさることながら、照明への応用も期待されている。

40

【0005】

一般に、有機 EL 素子は低分子系と高分子系の 2 つに分けられる。低分子系は有機 EL 素子の有機化合物層及び電極の製造に真空蒸着を用いることが一般的であり、特徴としては高純度精製が容易な低分子化合物を有機 EL 材料として用いることができること、さらに積層構造を作るのが容易なことから、効率、寿命という面で非常に優れている。しかし 10^{-4} Pa 以下という高真空条件下で蒸着を行うため、製造という

50

観点からは改善が望まれており、特に照明用途や大面積の電子ディスプレイに適用する場合は特に問題となる。また、燐光発光系有機EL素子で用いられるような燐光ドーパントを、大面積でムラなく蒸着し膜を形成することは難しく、特に白色を得ようとする場合、複数のドーパントを同時に蒸着法で膜中にドーピングすることになるため原理上難易度が高い。

【0006】

それに対し、高分子系は有機EL素子の有機化合物層をスピンコート、インクジェット、印刷、スプレーといった塗布プロセスにより製造することができる。これは、大気圧で製造することができるため低コスト化が可能であると同時に、有機EL素子の有機層を製膜する際には、必要な材料（高分子材料及び／または低分子材料）を溶液調製して薄膜塗布するため、発光ホスト材料に対するドーパント等の調製がしやすく、大面積に対してもムラができにくいという特徴があり、製造コストの面でも非常に有利である。

10

【0007】

しかしながら、前記燐光発光系有機EL素子においては、このような塗布プロセスで有機層を製膜した場合、前記J. Appl. Phys., 90, 5048 (2001)に記載されているような低分子蒸着系で作製した有機EL素子に比べ発光効率が大幅に劣り、燐光発光の優位性が失われてしまうという問題点があった。例えば、特開2001-257076に記載されているポリビニルカルバゾールと燐光ドーパントであるIr含有のオルトメタル化錯体を混合してスピンコート法で作製した有機EL素子は、前記低分子蒸着系有機EL素子の半分程度の発光効率しか得られない。

20

【0008】

類似の構成として、特許文献1にはカルバゾール骨格のベンゼン環部分にビニル基を導入したモノマーから合成されるポリマーと燐光ドーパントとの組み合わせで燐光発光を達成しているが、具体的には緑色発光の例示が記載されているだけで、基本的には上記と大きな差は認められない。また、同特許文献1には、N-メチル-4-ビニルカルバゾールと4-ビニルトリフェニルアミンとの共重合体の例示（第12ページ、H-27）があるが、この化合物を燐光ドーパントと組み合わせた具体例も記載されておらず、2種のモノマーを共重合したポリマーの性能は不明である。

【0009】

また、月刊ディスプレイ誌、2002年、第8巻、9月号、第47～51ページ（（株）テクノタイムズ社発行）には同じようにポリビニルカルバゾールを発光ホストとし、青色燐光性ドーパントと赤色燐光性ドーパントを混合し、さらに低分子電子輸送材料を添加することで白色発光を実現しており、白色発光有機EL素子としては従来の蛍光発光系に比べ改善は認められるものの、その発光効率は本来の燐光発光系の理論限界の約1/4であり、十分に満足のいくものではなかった。この最大の理由は、おそらく高分子系では3層以上の積層構造を構成することが難しいこと、及び高分子材料（発光ホスト）中に分散した低分子材料（発光ドーパントまたは電子輸送材料）のパッキング状態にあるためと考えられる。高分子系はウェットプロセスのため、一層目の上に二層目を積層する場合、一層目の高分子（以降ポリマーともいう）が二層目の溶媒に溶け込んでしまい、一層目と二層目の界面で両者が混和してしまうことで性能が劣化するものと予想される。

30

40

【0010】

高分子系において上記の問題点を改善する方法として、一層目に水系溶媒に可溶の高分子、二層目に有機溶媒に可溶の高分子を用いることで2層積層の高分子系有機EL素子は構成されている（例えば、特許文献2参照）が、有機溶媒に可溶の高分子を多層積層した3層以上の積層構造とした高分子有機EL素子はほとんど報告されていない。

【0011】

前記月刊ディスプレイ誌、2002年、第8巻、9月号、第47～51ページ（（株）テクノタイムズ社発行）にも、同じように第1層目に水可溶の正孔注入層を塗設し、第2層目に発光ホストポリマーと低分子の燐光ドーパント、さらに低分子の電子輸送材料を有機溶剤に溶かしたものを塗設して2層系の燐光を発する高分子有機EL素子を作製している

50

が、前述の通り満足の行く発光効率は得られていない。

【0012】

また、このような2層系の高分子有機EL素子の有機層にさらに有機溶剤可溶な有機層を重ねることは、例えば使用する高分子材料と溶剤を選択することにより原理上可能ではあるが、塗布-乾燥を複数回繰り返す製膜プロセスは、高分子系の最大の利点である高生産性を犠牲にするものであり、できるだけ少ない塗布回数で高い発光効率が得られる有機EL素子の製造方法が望まれている。

【0013】

また、塗布するだけで、多層低分子系有機ELと同等の発光効率や寿命が達成できる高分子材料も望まれている。

10

【0014】

燐光性化合物をドーパントとして用いるときのホストは、燐光性化合物の燐光発光極大波長よりも短波な領域に燐光発光極大波長を有することが必要であることはもちろんであるが、その他にも満たすべき条件があることが分かってきた。

【0015】

The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)では、燐光性化合物についていくつかの報告がなされている。例えば、Ikai等はホール輸送性の化合物を燐光性化合物のホストとして用いている。また、M. E. Thompson等は、各種電子輸送性材料を燐光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーブして用いている。さらに、Tsutsui等は、ホールブロック層の導入により高い発光効率を得ている。

20

【0016】

なお、ホールブロック層とは、通常の有機EL素子で使われている電子輸送層と構成的には同じものであるが、その機能が電子輸送機能よりも発光層から陰極側に漏れ出すホールの移動を阻止する機能が有力であるためにホールブロック層と名付けられているものであり、一種の電子輸送層と解釈することもできる。従って本発明においてはホールブロック層も電子輸送層と称することとし、その層で用いられる材料(ホールブロッカー)も電子輸送材料と称す。

【0017】

燐光性化合物のホスト化合物については、例えば、C. Adachi et al., Appl. Phys. Lett., 77巻, 904ページ(2000年)等に詳しく記載されているが、高輝度の有機EL素子を得るためにホスト化合物に必要とされる性質について、より新しい観点からのアプローチが必要である。

30

【0018】

しかし、いずれの報告も、有機EL素子の発光輝度の向上及び耐久性を両立しうる構成は得られていない。

【0019】

【特許文献1】

特開2002-105445号公報

40

【0020】

【特許文献2】

特開2001-257076号公報

【0021】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、発光効率が高く、かつ、製造負荷が低減された有機エレクトロルミネセンス素子及びその製造方法、それを有する表示装置、照明装置及び光源を提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】

50

本発明の上記目的は下記構成により達成された。

【0023】

1. 発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A)、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) 及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) のうち、少なくとも2つを分子内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0024】

2. 発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A)、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) 及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) のうち、少なくとも2つを繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【0025】

3. 発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A) と正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) の両方を少なくとも1種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0026】

4. 発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A) と電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) の両方を少なくとも1種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0027】

5. 発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A)、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) 及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) の3種をそれぞれ少なくとも1種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0028】

6. 正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) 及び電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) の両方を少なくとも1種ずつ繰り返し単位内に有する多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーと、燐光性ドーパントを同一層に有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【0029】

7. 多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが前記一般式 (1) で表されることを特徴とする前記3記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0030】

8. 多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが前記一般式 (2) で表されることを特徴とする前記4記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0031】

9. 多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが前記一般式 (3) で表されることを特徴とする前記5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【0032】

10. 多機能オリゴマーまたは多機能ポリマーが前記一般式 (4) で表されることを特徴とする前記6記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0033】

11. 発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A) が、少なくとも1つ以上の置換基で置換されたN-フェニルカルバゾール化合物を含むことを特徴とする前記1～9の何れか1項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0034】

12. 燐光性ドーパントがイリジウム化合物、オスミウム化合物または白金化合物であることを特徴とする前記1～9の何れか1項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【0035】

13. イリジウム化合物がイリジウムを含有するオルトメタル化錯体であることを特徴とする前記12記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0036】

14. 有機エレクトロルミネッセンス素子の電極上に電極界面改質層を有することを特徴とする前記1～13の何れか1項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0037】

15. 前記1～14の何れか1項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の少なくとも1つの有機層を塗布法によって形成することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

10

【0038】

16. 前記1～14の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【0039】

17. 前記1～14の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする照明装置。

【0040】

18. 前記1～14の何れか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする光源。

【0041】

以下本発明を詳細に説明する。

20

本発明では複数の機能を有するオリゴマーまたはポリマーをバインダーとし、かつ、発光効率に優れた燐光性のドーパントをバインダーに分散させた有機膜を、生産性の高い塗布プロセスで製膜することにより、発光効率が高く、かつ、製造負荷が低減された有機エレクトロルミネッセンス素子及びその製造方法、それを有する表示装置、照明装置及び光源を提供するものである。

【0042】

(発光ホストの機能を有する分子を含む単位(A))

発光ホストの機能を有する分子を含む単位(A)について説明する。

【0043】

有機EL素子における発光ホストとは、電界により励起状態を形成した後に光を発する、いわゆる発光ドーパントを固定化するために用いられる材料であり、一般に発光ドーパントよりもHOMOとLUMOの差(バンドギャップ)が広く、燐光ドーパントを用いる場合にはドーパントの最低励起三重項エネルギー(T1)よりも高いエネルギーを持つような、ドーパントにエネルギー移動可能であるか、またはドーパントに電子や正孔のようなキャリアがドーパントに入る際にその妨げにならない(つまり、正孔が入る際にはドーパントよりもHOMOが低く(真空準位から遠く)、電子が入る際にはドーパントよりもLUMOが高い(真空順位に近い)こと)ような材料である必要がある。

30

【0044】

特に本発明においては、燐光ドーパントを少なくとも1種以上使用するので、燐光ドーパントよりもT1の高いもの(燐光極大波長がドーパントのそれよりも短波長なもの)を部分構造として含む単位であることが好ましい。

40

【0045】

このような部分構造としては、カルバゾール誘導体、ビフェニル誘導体、スチリル誘導体、ベンゾフラン誘導体、チオフェン誘導体、アリールシラン誘導体等が挙げられるが、中でもカルバゾール誘導体とビフェニル誘導体が好ましく、最も好ましいのはカルバゾール誘導体である。

【0046】

ただし、一般式(1)において、本発明の化合物が後に説明する「ビニル重合ポリマー」の時、そのモノマーであるビニル化合物は、カルバゾールのN位にビニル基が直結してい

50

るもの（例えば後述の単位（A）のA-1、A-2、A-3、A-4、A-5等）か、カルバゾールのN位に連結基を介してビニル基が結合しているもの（例えば後述の単位（A）のA-6、A-7、A-8、A-9、A-10等）が好ましく、カルバゾールの骨格にビニル基が結合しているものはあまり好ましくない。

【0047】

また、エネルギーダイアグラムの言え、使用する燐光ドーパントにより変動するが、好ましくは、単位（A）のHOMOは5.5 eV以上6.2 eV未満で、LUMOが2.2 eV以上3.1 eV未満である。

【0048】

単位（A）の分子量は150以上かつ2000未満が好ましい。

10

（正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（B））

次に、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（B）について説明する。

【0049】

有機EL素子における正孔輸送材料とは、陽極から供給される正孔を発光ホストまたは発光ドーパントに輸送する媒体となりうる材料のことであり、正孔の移動度が高く、かつ、HOMOが発光ホストまたは発光ドーパントよりも高く、陽極または陽極バッファ層を形成する材料（後述）よりも低いことが好ましい。特に本発明においては、燐光ドーパントを少なくとも1種以上使用するので、燐光ドーパントよりもT1の高いもの（燐光極大波長がドーパントのそれよりも短波長なもの）を部分構造として含む単位であることが好ましい。

20

【0050】

このような部分構造としては、トリフェニルアミン誘導体やフタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体等が挙げられるが、中でもトリフェニルアミン誘導体が好ましい。単なるトリフェニルアミンでは正孔輸送性が不十分であり、好ましくない。

【0051】

具体的には、単位（B）がトリフェニルアミン誘導体を表す場合にはトリフェニルアミン骨格に少なくとも1つの連結基と少なくとも2個の置換基が置換することが好ましく、単位（B）の分子量は280以上かつ2000未満が好ましい。

【0052】

また、エネルギーダイアグラムの言え、単位（B）のHOMOが同一分子中に用いられる本発明の発光ホスト部分及び／または電子輸送部分よりも高い（真空準位に近い）ことが好ましい。

30

【0053】

（電子輸送の機能を有する分子を含む単位（C））

次に、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位（C）について説明する。

【0054】

有機ELにおける正孔輸送材料とは、陰極から供給される電子を発光ホストまたは発光ドーパントに輸送する媒体となりうる材料のことであり、電子の移動度が高く、かつ、LUMOが発光ホストまたは発光ドーパントよりも低く（真空準位から遠く）、陰極またはよりも高い（真空準位に近い）ことが好ましい。特に本発明においては、燐光ドーパントを少なくとも1種以上使用するので、燐光ドーパントよりもT1の高いもの（燐光極大波長がドーパントのそれよりも短波長なもの）を部分構造として含む単位であることが好ましい。

40

【0055】

このような部分構造としては、芳香族複素環化合物、金属錯体化合物が挙げられるが、好ましくは、トリアゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、ピリジン誘導体、イミダゾール誘導体、ピリミジン誘導体、トリアジン誘導体、フェナントロリン誘導体、Al、Zn、Beを中心金属とする錯体が挙げられる。

【0056】

単位（C）の分子量は150以上2000未満が好ましい。

50

また、エネルギーダイアグラムの言え、単位 (C) の LUMO が同一分子中に用いられる本発明の発光ホスト部分及び／または電子輸送部分よりも低い (真空準位から遠い) ことが好ましい。

【0057】

また、本発明においては、発光ホストの機能を有する分子を含む単位 (A) が正孔輸送性を併せ持っても、電子輸送性を併せ持ってもよく、正孔輸送の機能を有する分子を含む単位 (B) が発光ホストの機能を併せ持ってもよく、電子輸送の機能を有する分子を含む単位 (C) が発光ホストの機能を併せ持ってもよい。従って、本発明においては、単位 (A)、(B)、及び (C) のうち任意の 2 つ以上を分子内に有していればよく、単位 (A) が必須ではない。

10

【0058】

本発明の好ましい態様としては、単位 (A) と単位 (C) の 2 種類の性能を有するモノマーを分子内に有するものが好ましく、単位 (A)、(B)、(C) の 3 種類の機能を有するモノマーを分子内に有するものがさらに好ましい。

【0059】

次に一般式 (1) ~ (4) の連結基について説明する。

$L_1 \sim L_5$ 、 L_1' 、 L_2' 、 L_4' 、 L_5' は 2 価または多価の連結基または結合手を表すが、連結基としては特に制限はないものの、前記単位 (A)、(B)、(C) のうち結合位がアリール基直結となる場合 (例えば A-26、29、35、36、37、38、B-6、7、8、9、10、13、19、20、21、C-13、14、15、16、17、18、20、21、22、23) には、非共役系の連結基 (例えばアルキレン基、 $-O-$ アルキレン $-O-$ 等のヘテロ原子を介在する連結基、1,3-フェニレン基等の非共役アリーレン基) か、隣接位に置換基を有する共役系の連結基であることが好ましい。これは、発光波長を必要以上に長波化させないためである。

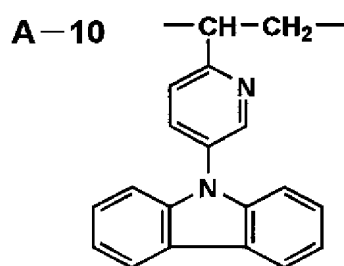
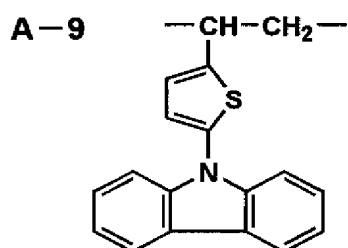
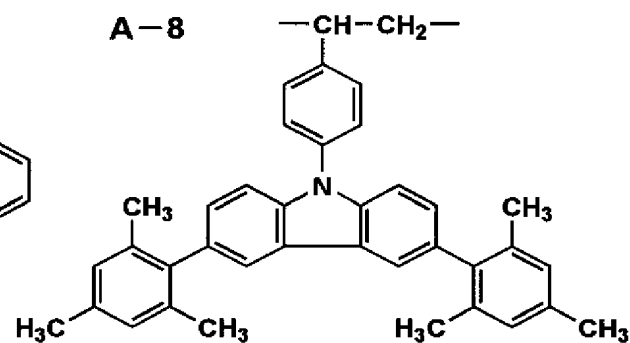
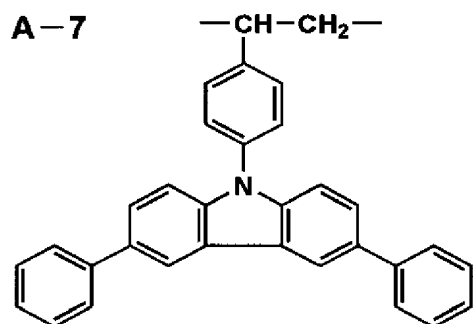
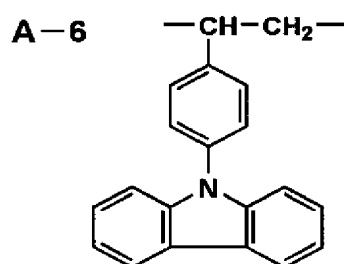
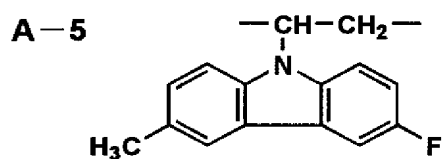
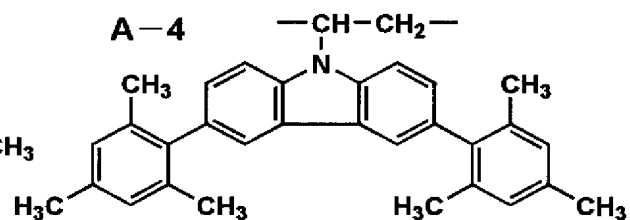
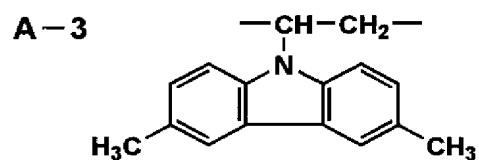
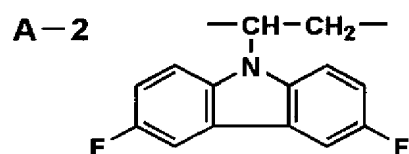
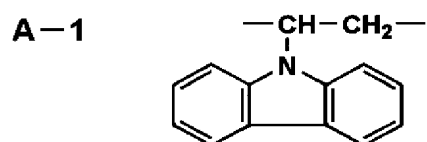
20

【0060】

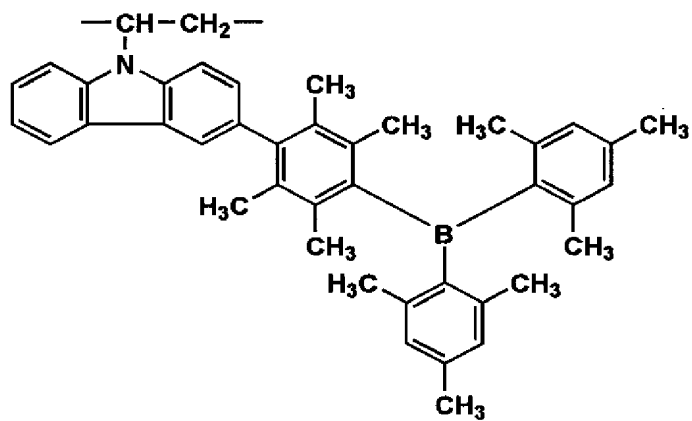
以下に単位 (A)、(B)、(C) 及び連結基 $L_1 \sim L_5$ 、 L_1' 、 L_2' 、 L_4' 、 L_5' の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0061】

【化 5】

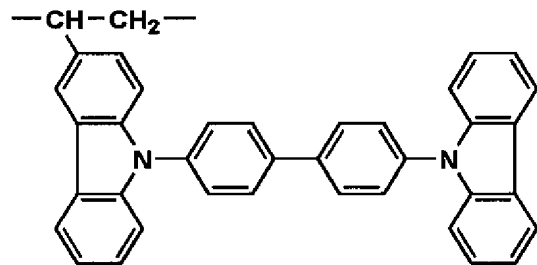


A-11



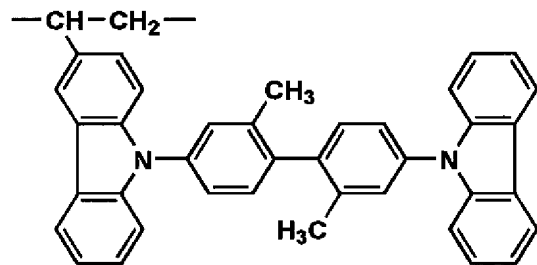
10

A-12



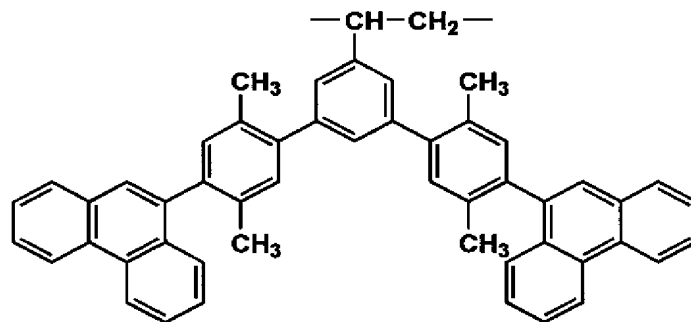
20

A-13



30

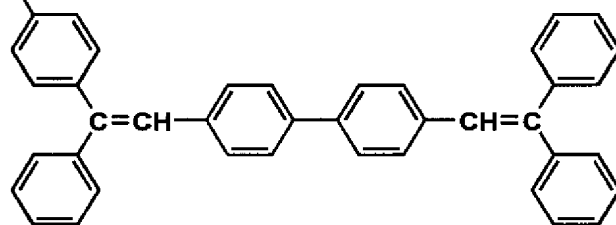
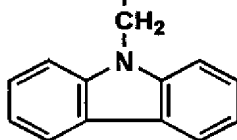
A-14



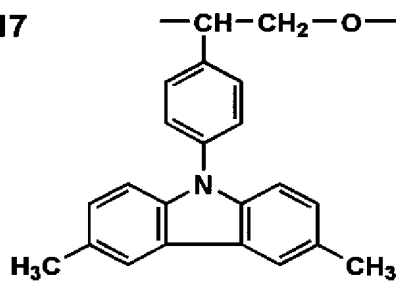
40

【 0 0 6 3 】

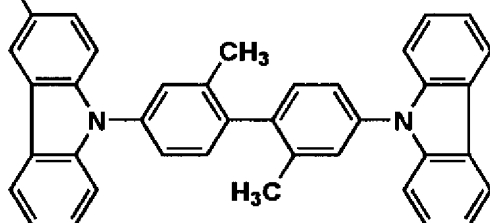
【 化 7 】

A-15 —CH—CH₂—A-16 —CH—CH₂—O—

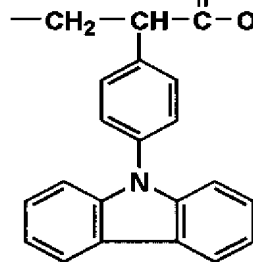
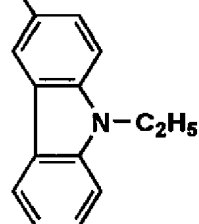
A-17



10

A-18 —CH—CH₂—O—

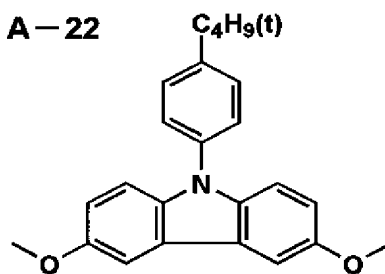
20

A-19 —CH₂—CH—C(=O)—O—A-20 —CH—CH₂—S—

30

A-21 —CH—CH₂CH₂—S—

A-22

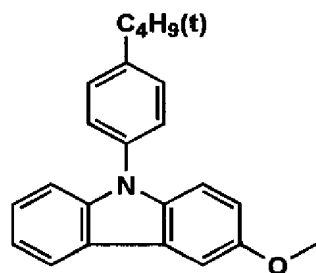


40

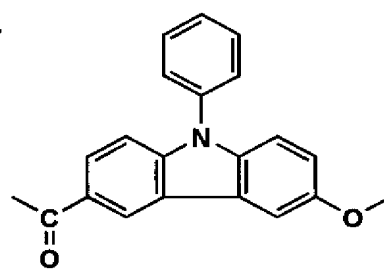
【 0 0 6 4 】

【 化 8 】

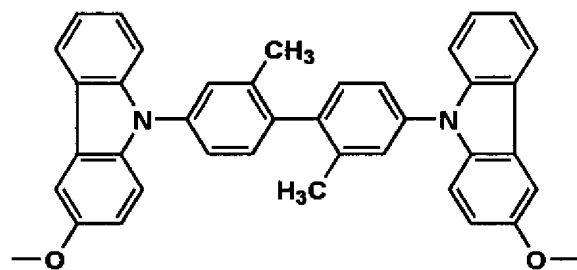
A-23



A-24

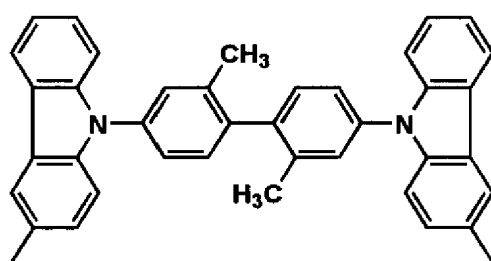


A-25



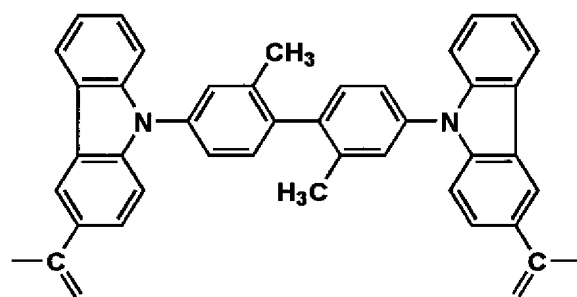
10

A-26



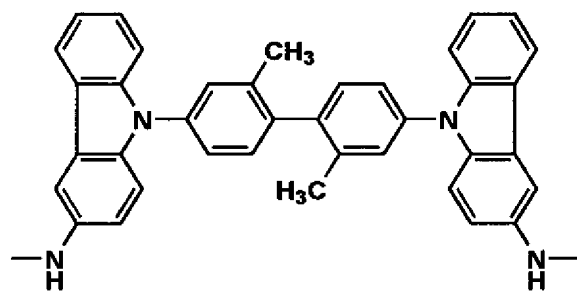
20

A-27



30

A-28

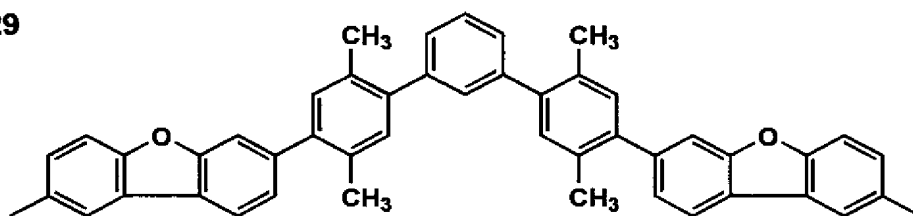


40

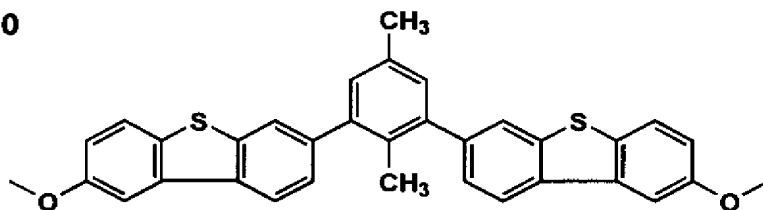
【 0 0 6 5 】

【 化 9 】

A-29

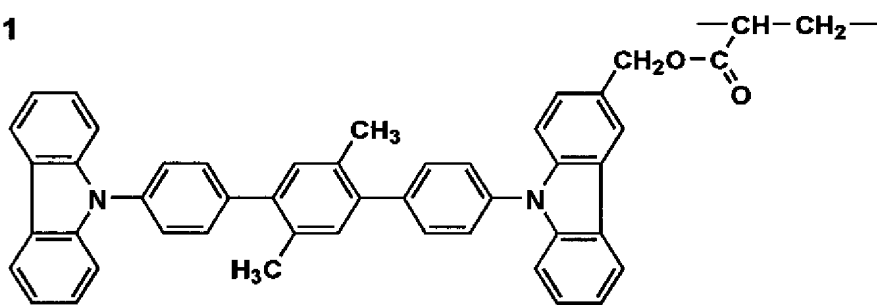


A-30



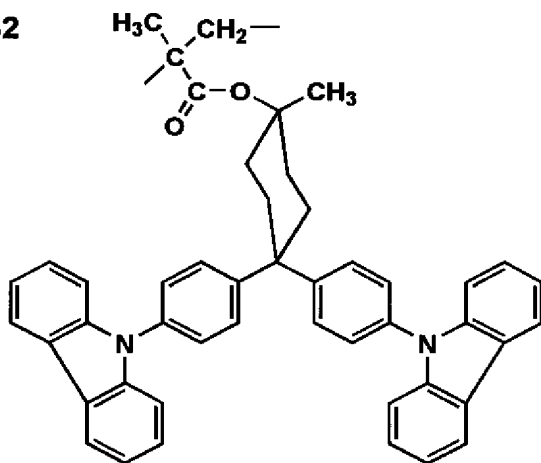
10

A-31



20

A-32

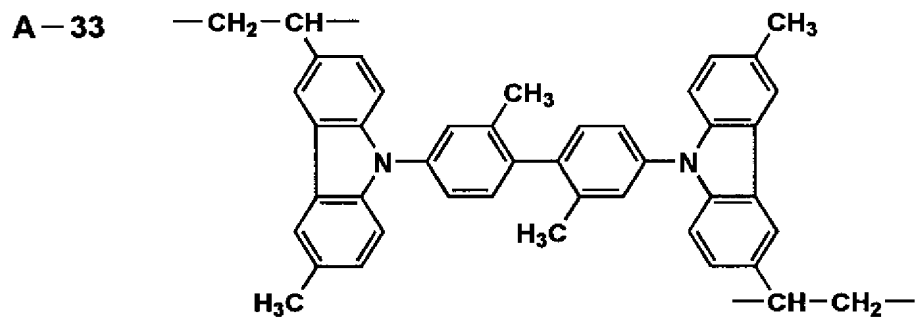


30

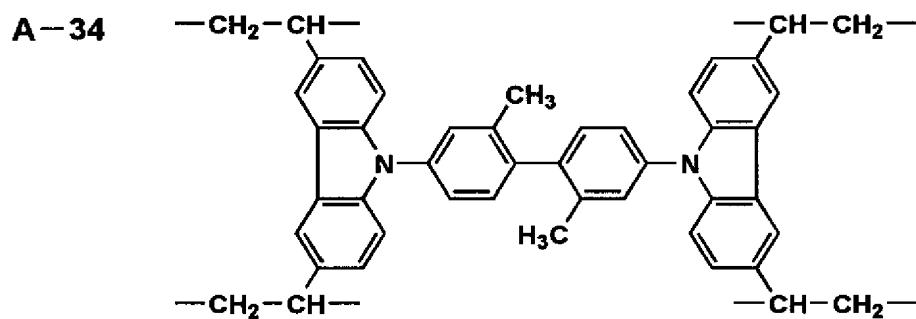
40

【 0 0 6 6 】

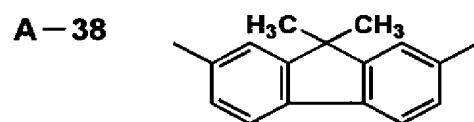
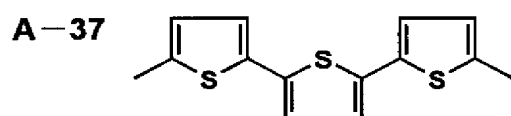
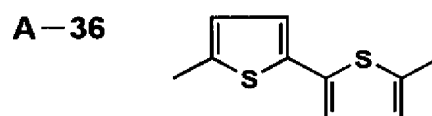
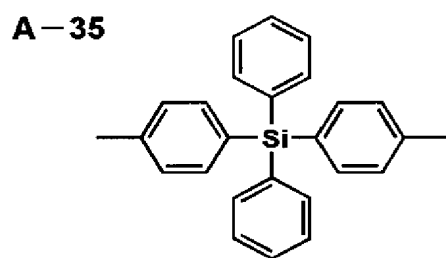
【 化 1 0 】



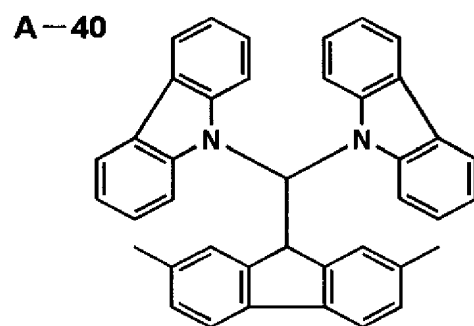
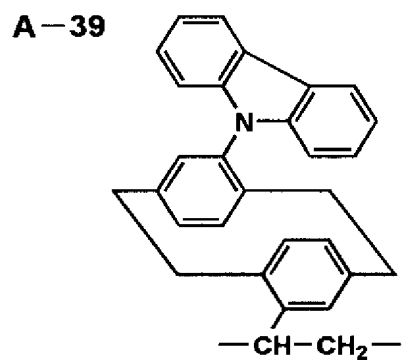
10



20



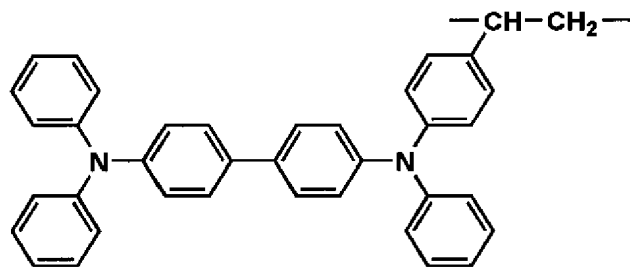
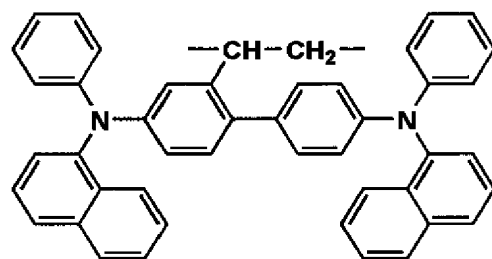
30



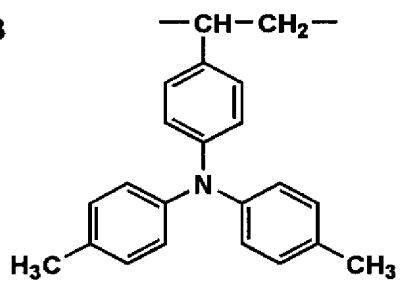
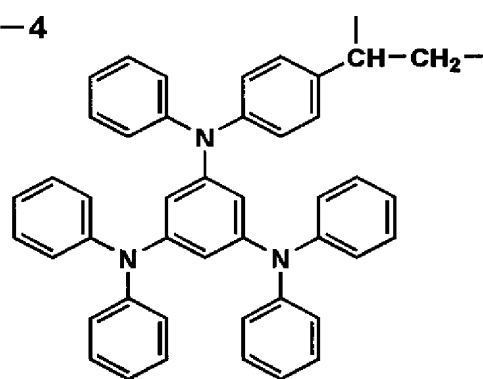
40

【 0 0 6 7 】

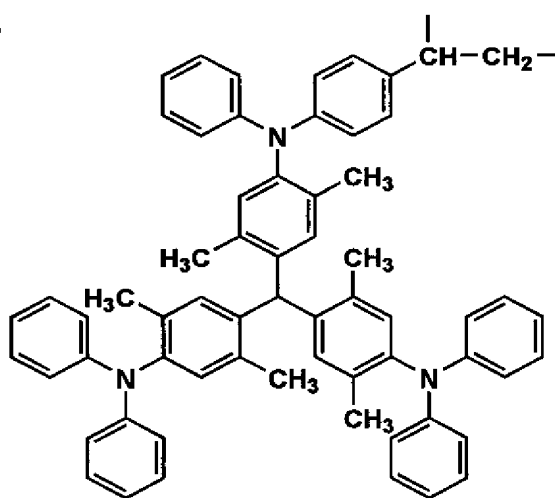
【 化 1 1 】

B-1**B-2**

10

B-3**B-4**

20

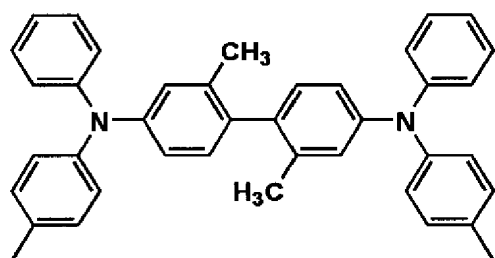
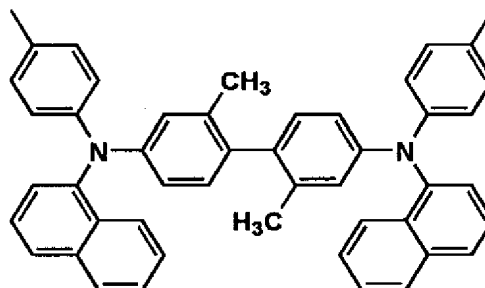
B-5

30

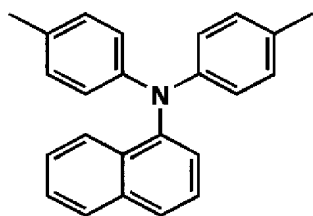
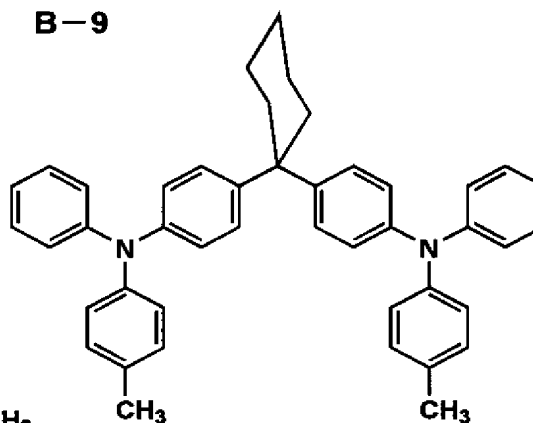
40

【 0 0 6 8 】

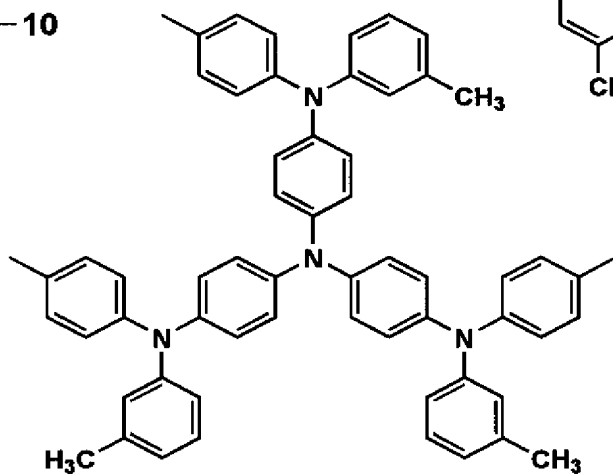
【 化 1 2 】

B-6**B-7**

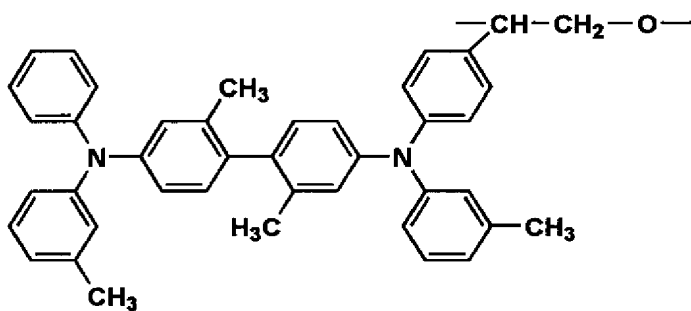
10

B-8**B-9**

20

B-10

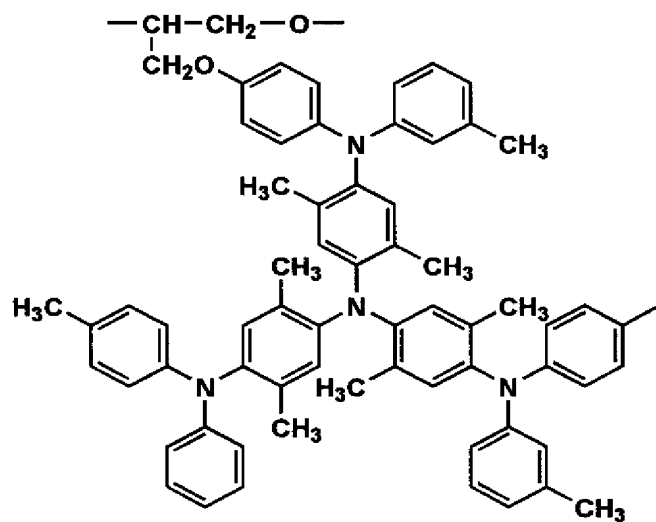
30

B-11

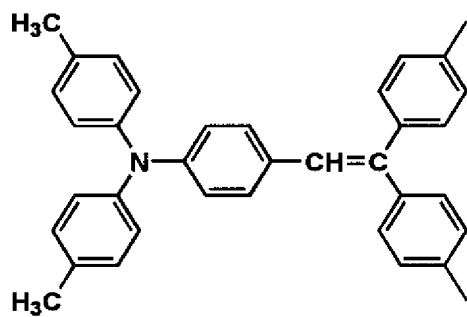
40

【 0 0 6 9 】

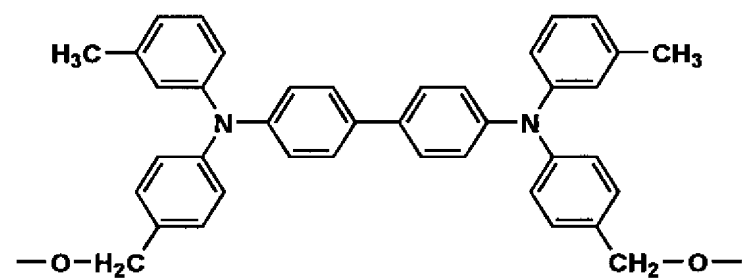
【 化 1 3 】

B-12

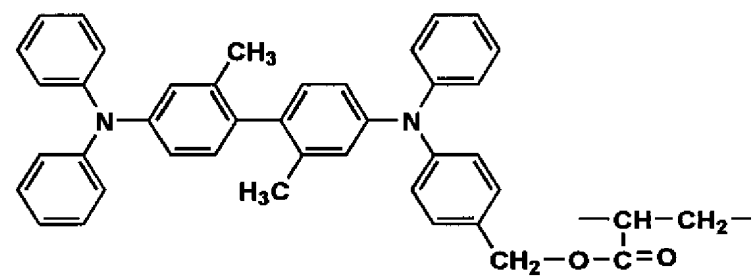
10

B-13

20

B-14

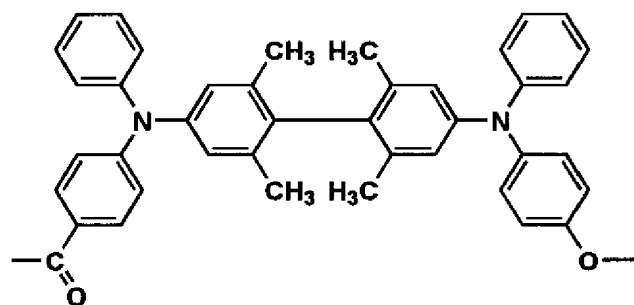
30

B-15

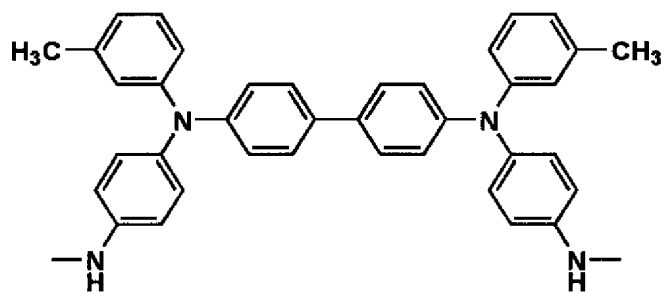
40

【 0 0 7 0 】

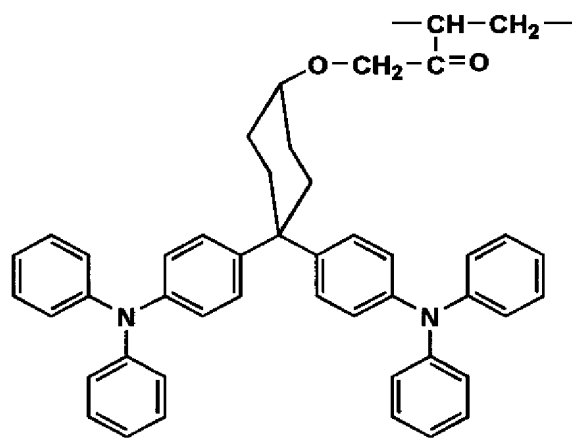
【 化 1 4 】

B-16

10

B-17

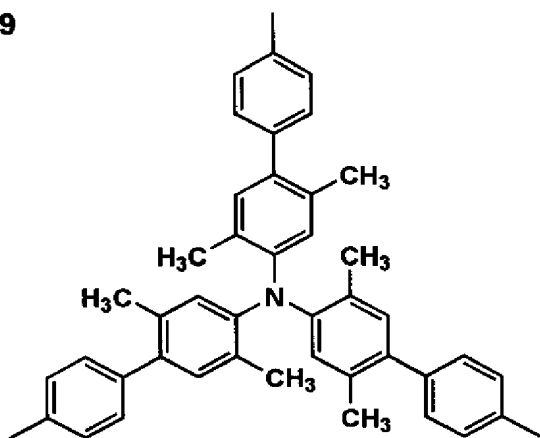
20

B-18

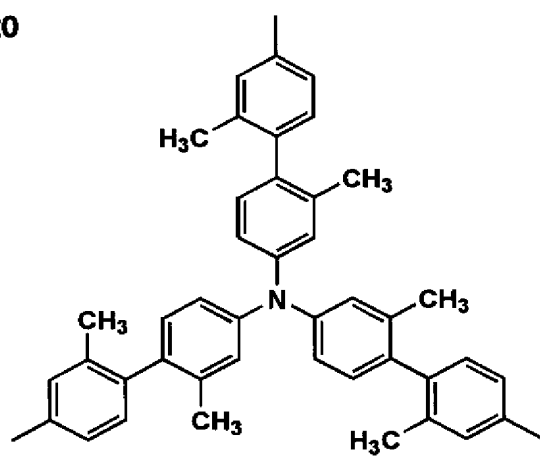
30

【 0 0 7 1 】

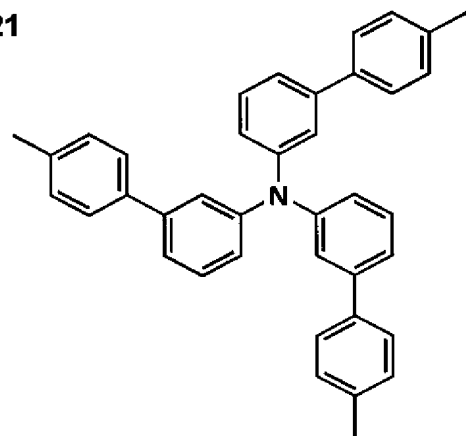
【 化 1 5 】

B-19

10

B-20

20

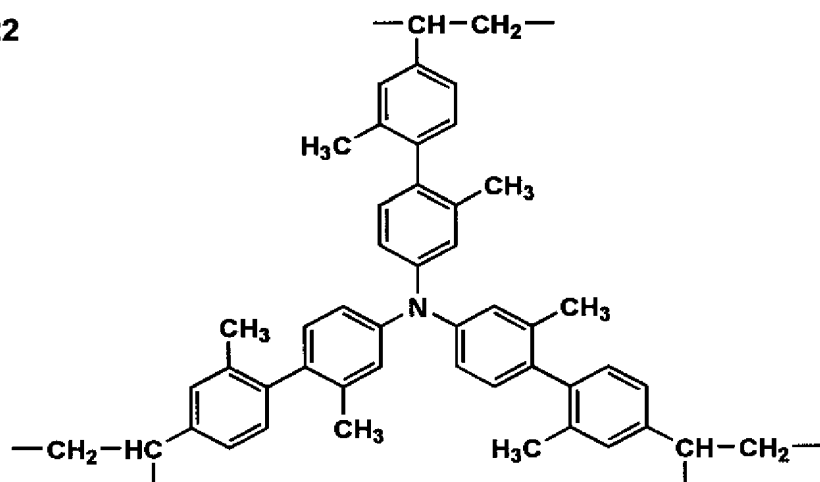
B-21

30

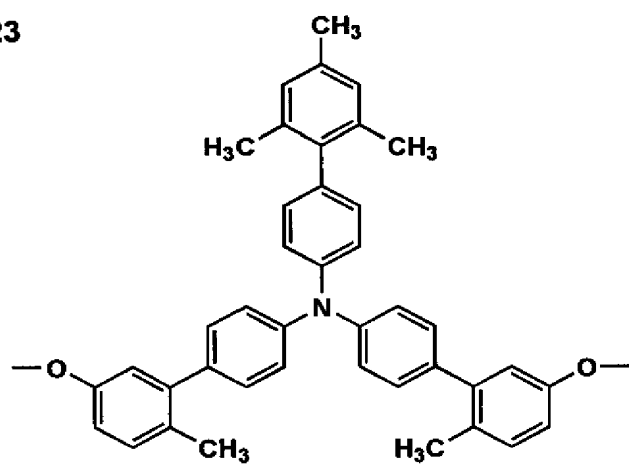
40

【 0 0 7 2 】

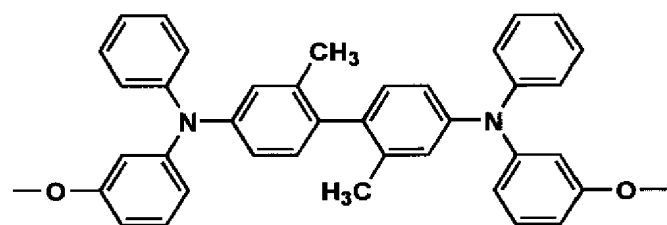
【 化 1 6 】

B-22

10

B-23

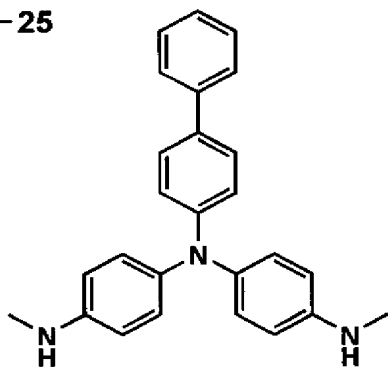
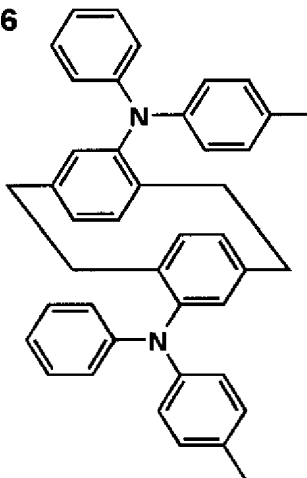
20

B-24

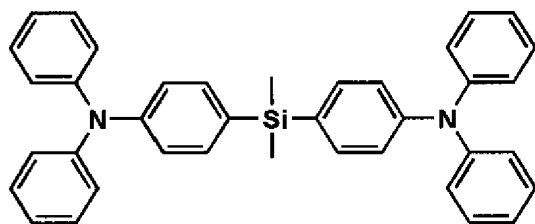
30

【 0 0 7 3 】

【 化 1 7 】

B-25**B-26**

10

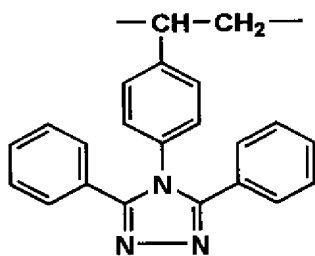
B-27

20

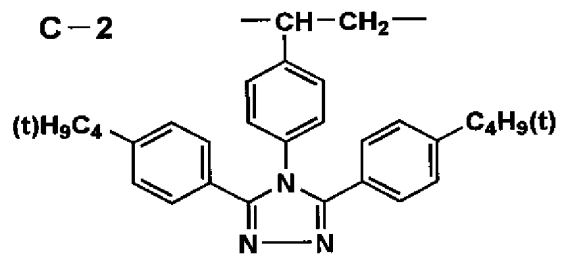
【 0 0 7 4 】

【 化 1 8 】

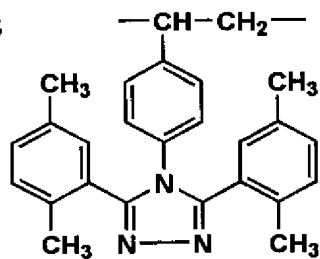
C-1



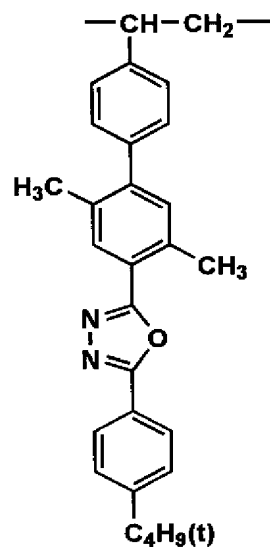
C-2



C-3

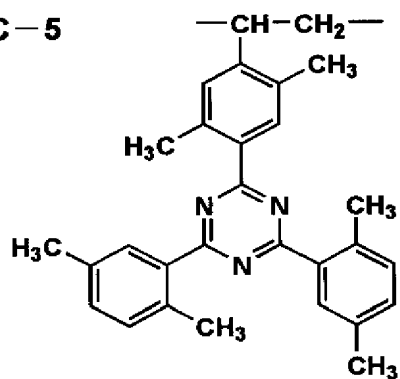


C-4



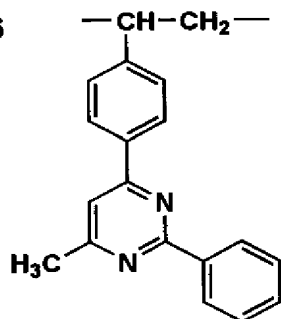
10

C-5

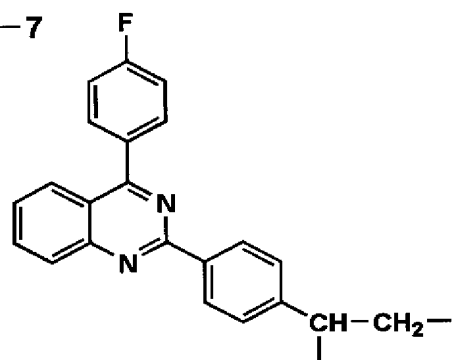


20

C-6



C-7



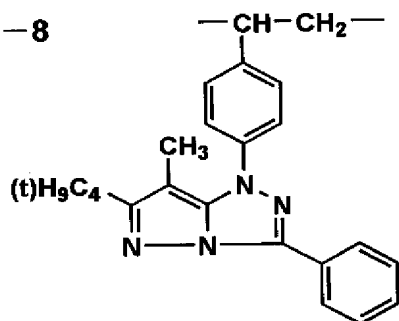
30

40

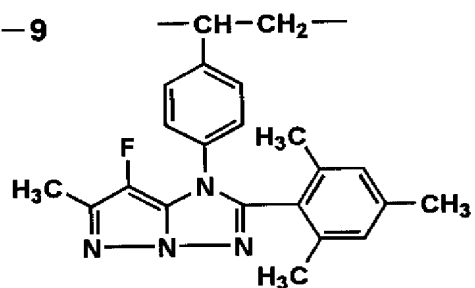
【 0 0 7 5 】

【 化 1 9 】

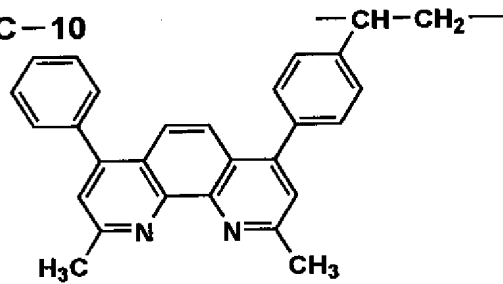
C-8



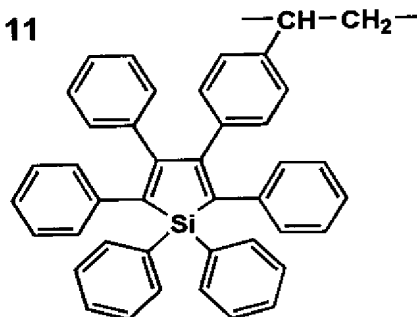
C-9



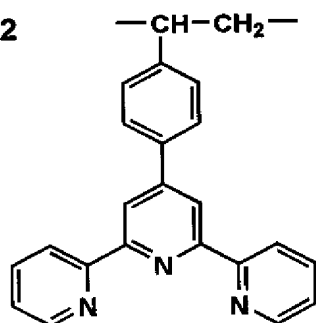
C-10



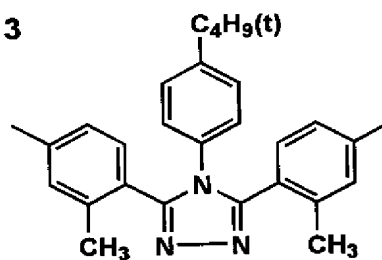
C-11



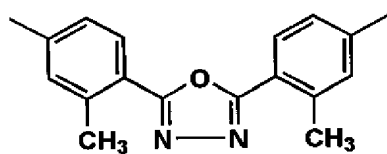
C-12



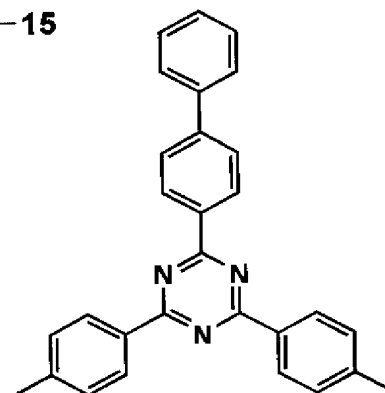
C-13



C-14



C-15



10

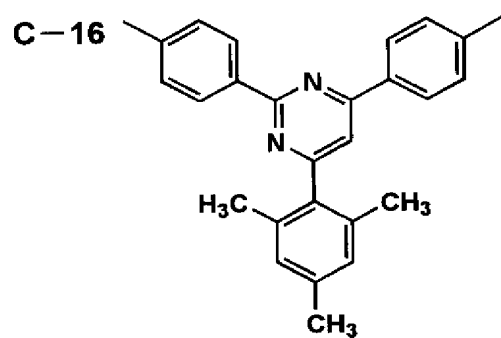
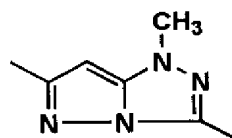
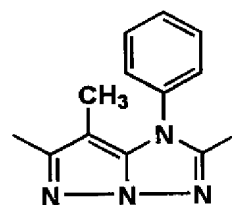
20

30

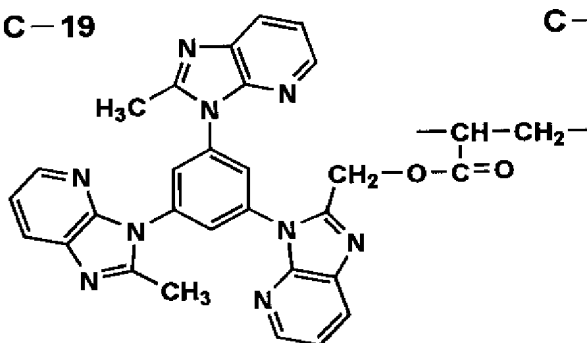
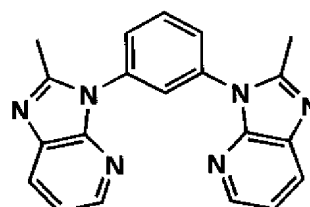
40

【 0 0 7 6 】

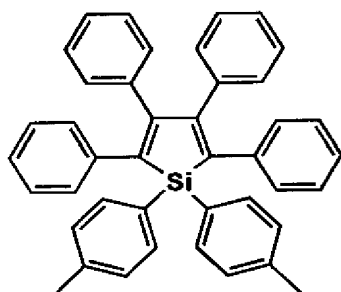
【 化 2 0 】

**C-17****C-18**

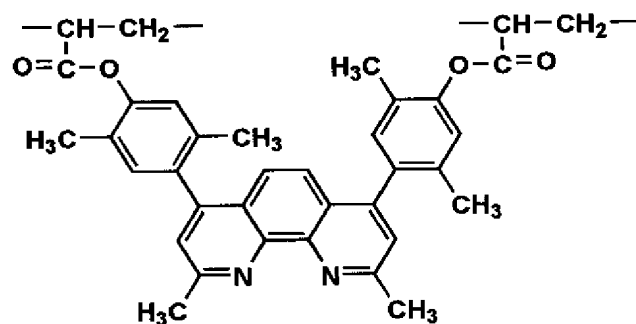
10

C-19**C-20**

20

C-21

30

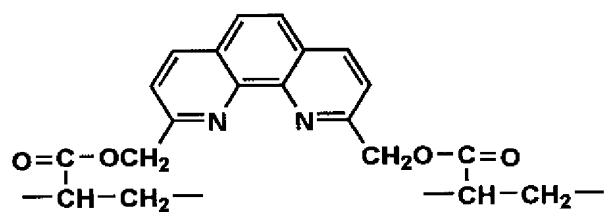
C-22

40

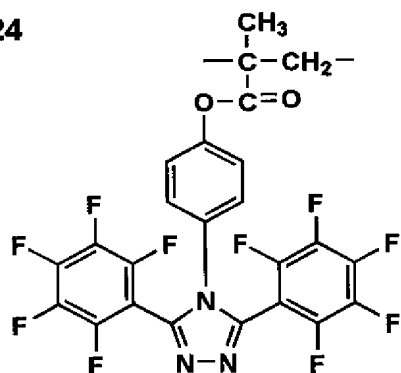
【 0 0 7 7 】

【 化 2 1 】

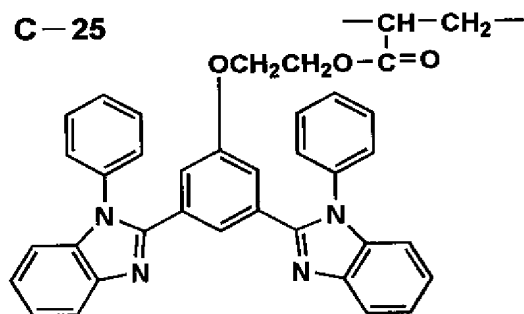
C-23



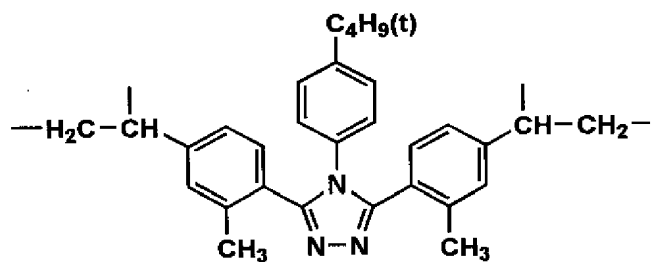
C-24



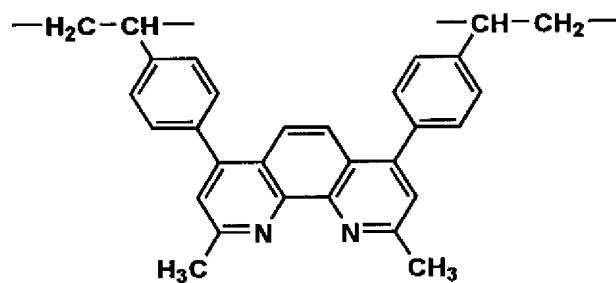
C-25



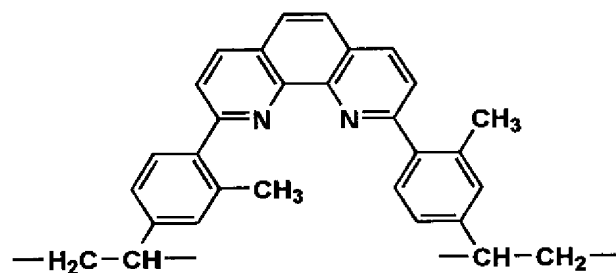
C-26



C-27



C-28



10

20

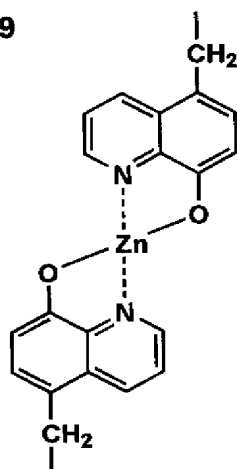
30

40

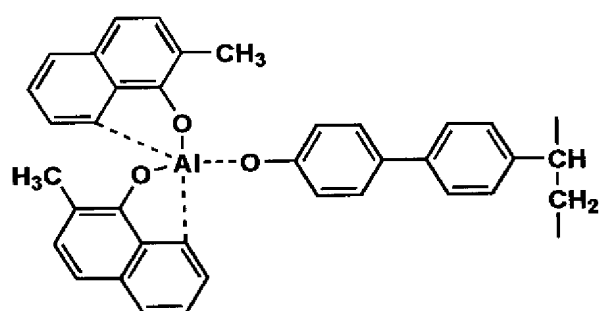
【 0 0 7 8 】

【 化 2 2 】

C-29

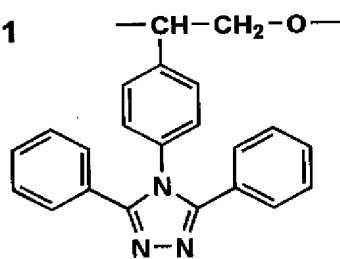


C-30

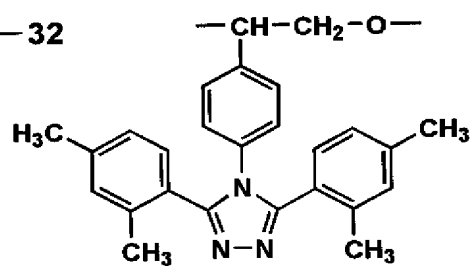


10

C-31

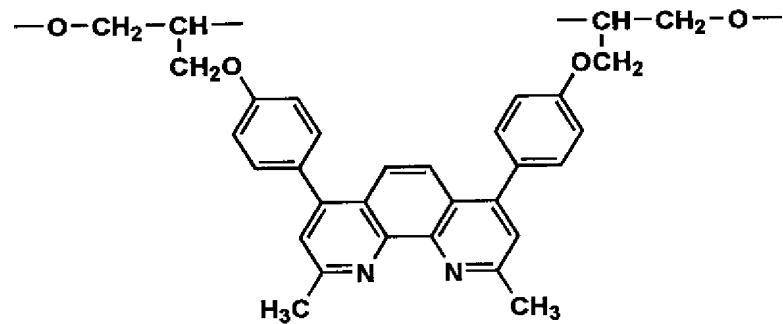


C-32



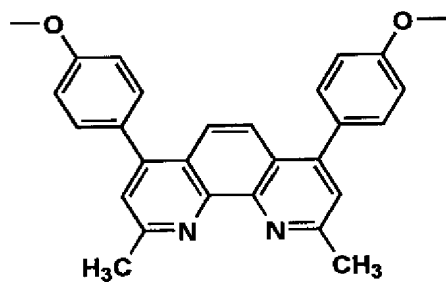
20

C-33

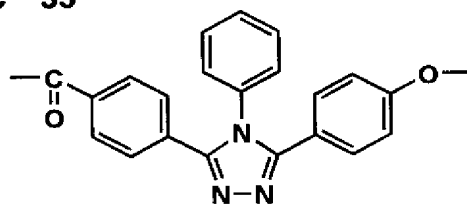


30

C-34



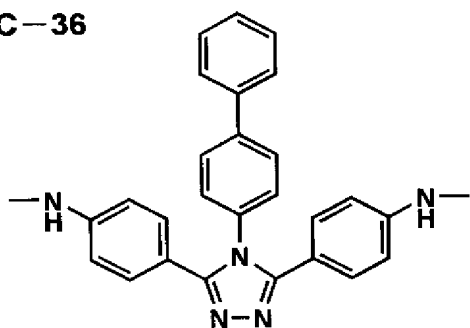
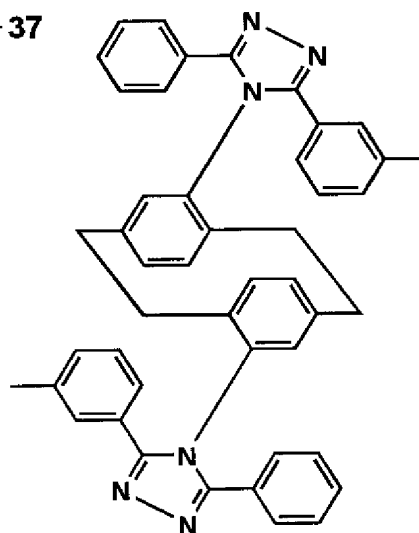
C-35



40

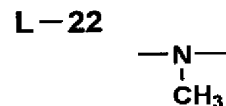
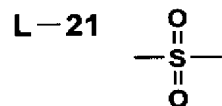
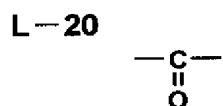
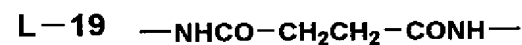
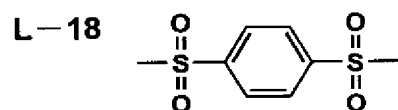
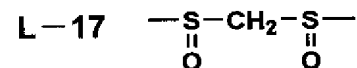
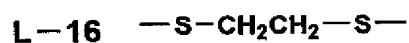
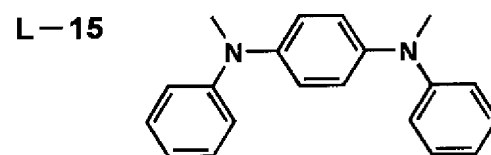
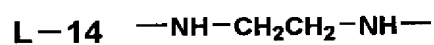
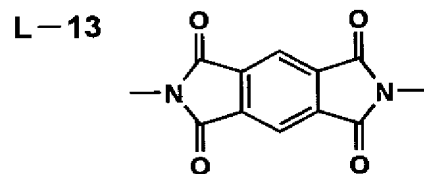
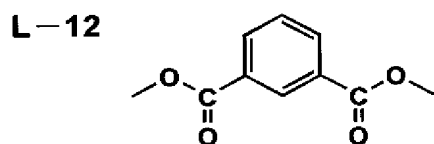
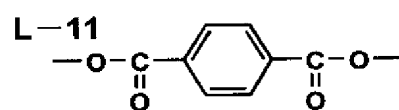
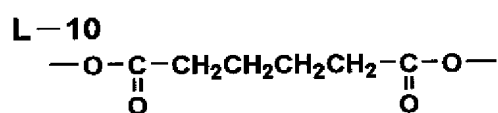
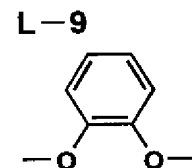
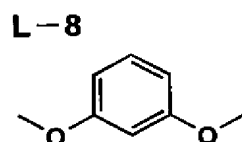
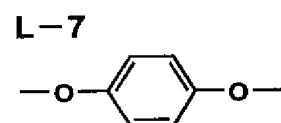
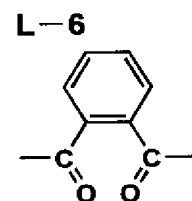
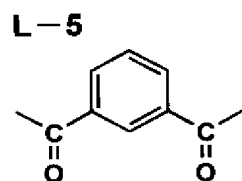
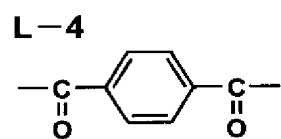
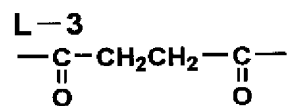
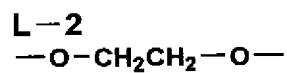
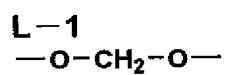
【 0 0 7 9 】

【 化 2 3 】

C-36**C-37**

【 0 0 8 0 】

【 化 2 4 】



10

20

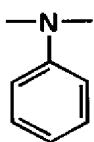
30

40

【 0 0 8 1 】

【 化 2 5 】

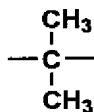
L-23



L-24



L-25



L-26



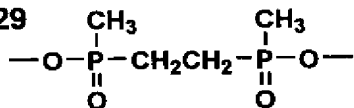
L-27



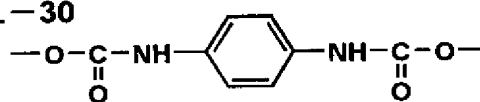
L-28



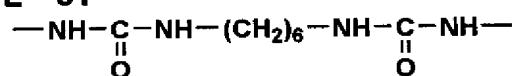
L-29



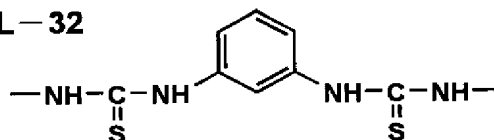
L-30



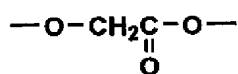
L-31



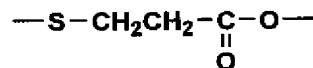
L-32



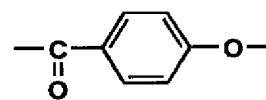
L-33



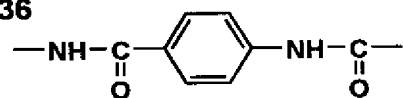
L-34



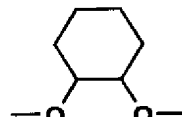
L-35



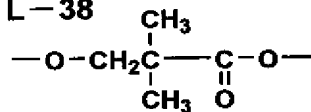
L-36



L-37



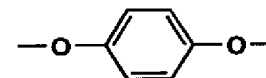
L-38



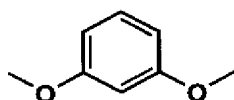
L-39



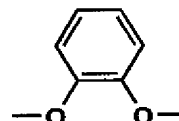
L-40



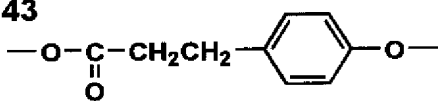
L-41



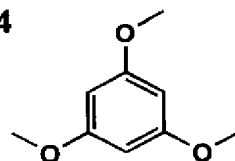
L-42



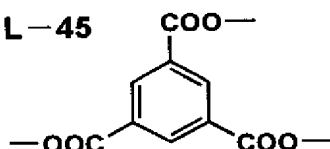
L-43



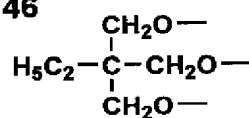
L-44



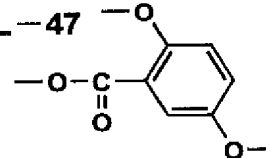
L-45



L-46



L-47



10

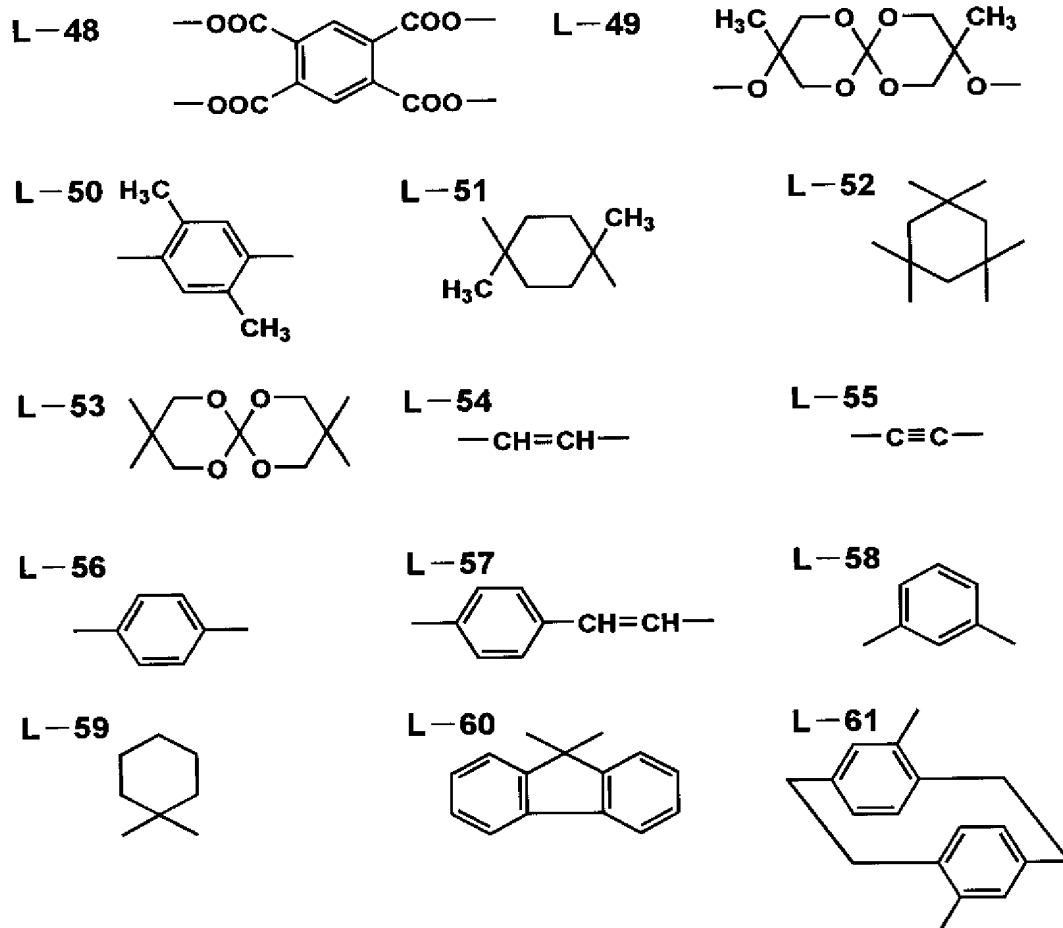
20

30

40

【 0 0 8 2 】

【 化 2 6 】



10

20

【0083】

ここで挙げた単位 A、B、C 及び連結基は一例であり、本発明を限定するものではない。例示した化合物単位及び連結基は、さらに任意の置換基で置換されていてもよい。一般式には便宜上、単位 A、B、C 及び連結基 L、全て 2 価で記載しているが、3 価、それ以上の多価であってもよく、それらが互いに結合し樹状構造や網目構造の分子となってもよい。

30

【0084】

n 1 ~ n 9、z 1 ~ z 4 はそれぞれ独立に 1 以上の整数を表すが、n 1、n 2、z 1 の和、n 3、n 4、z 2 の和、n 5、n 6、n 7、z 3 の和、n 8、n 9、z 4 の和は 5 以上であることが好ましく、10 以上であることを特徴とすることがさらに好ましい。

【0085】

本発明のオリゴマーまたはポリマー（以降、多機能ポリマーと称す）について詳細に説明する。

40

【0086】

例えば、一般式（1）で表される発光ホスト機能と正孔輸送機能を持つ単位を併せ持つ多機能ポリマーの場合、A と B とがエステル結合やアミド結合、エーテル結合等の縮合または付加反応によって連結し高分子化する、いわゆる重縮合ポリマーまたは重付加ポリマーであってもよいし、A 及び／または B がビニル基やアクリレート基を含みそれらがラジカル反応で連結するいわゆるビニル重合ポリマーであってもよいし、A 及び／または B がエポキシ基やβ-ラクトン基等を含み、それらが開環重合ポリマーであってもよい。

【0087】

一般式（1）において、A と B のどちらかが前記ビニル重合ポリマーまたは開環重合ポリ

50

マーである場合、もう一方はポリマーであっても低分子（繰り返し単位を持たない化合物）であってもよい。

【0088】

一般式（2）、（3）、（4）においても同義であり、分子内に2つ以上の機能単位を有するオリゴマーまたはポリマーであれば特にその結合様式や各単位の比率に制限はない。

【0089】

一般式（1）～（4）で表されないものの中で好ましいものとしては、例えば、（a）発光ホスト化合物を含む繰り返し単位からなる単一機能のポリマーの末端が、正孔輸送機能及び／または電子輸送機能を有する化合物（正確には正孔輸送性化合物及び電子輸送性化合物から任意の位置の水素原子または置換基を1つ取り除いた1価の基（以降、正孔輸送性化合物残基、電子輸送性化合物残基と呼ぶ））で置換された多機能性ポリマーや、（b）正孔輸送性化合物を含む繰り返し単位からなる単一機能のポリマーの末端が発光ホスト機能を有する化合物（正確には発光ホスト化合物から任意の位置の水素原子または置換基を1つ取り除いた1価の基（以降、発光ホスト化合物残基と呼ぶ））及び／または電子輸送性化合物残基で置換された多機能性ポリマーや、（c）電子輸送性化合物を含む繰り返し単位からなる単一機能のポリマーの末端が発光ホスト化合物残基及び／または正孔輸送性化合物残基で置換された多機能性ポリマーが挙げられる。

10

【0090】

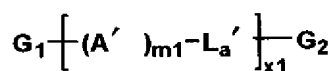
前記（a）、（b）、（c）は、好ましくは下記一般式（a）で表される。

【0091】

20

【化27】

一般式(a)



30

【0092】

（式中、A'は発光性ホスト化合物を含む単位を表し、L_{a'}'は連結基または単なる結合手を表し、m₁及びx₁は1以上の整数を表し、G₁及びG₂はそれぞれ独立に置換基を表す。但し、G₁、G₂の少なくとも一方は、電子輸送性化合物残基または正孔輸送性化合物残基を表す。）

ここに示した一般式（a）における発光性ホスト化合物を含む単位A'は前記Aで説明したものと同義であり、L_{a'}'も前記連結基L₁～L₄で説明したものと同義である。また、m₁+x₁は5以上であることが好ましい。

【0093】

一般式（a）において、G₁及びG₂は、必ずどちらか一方または両方が、それぞれ独立に電子輸送性化合物残基または正孔輸送性化合物残基を表し、その定義は前記のそれと同義であるが、より好ましくは、例示した単位B及び単位Cの結合可能部位（化合物例中の結合手の先端）を1つだけ残し、それ以外の結合手に水素原子または任意の置換基を置換したものが挙げられる。

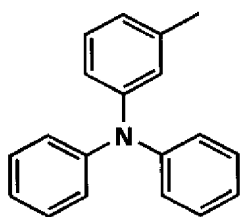
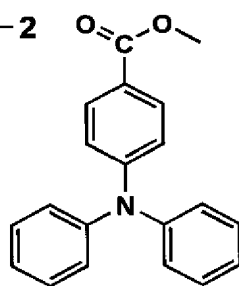
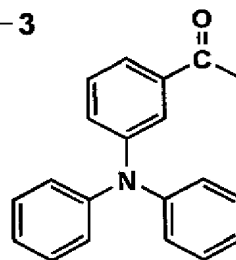
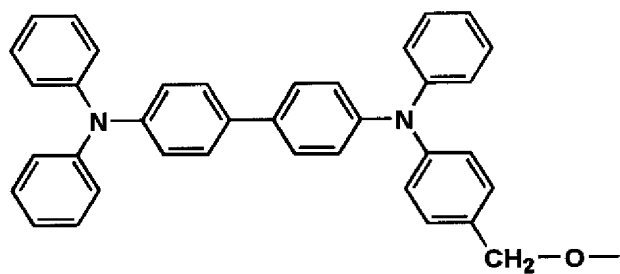
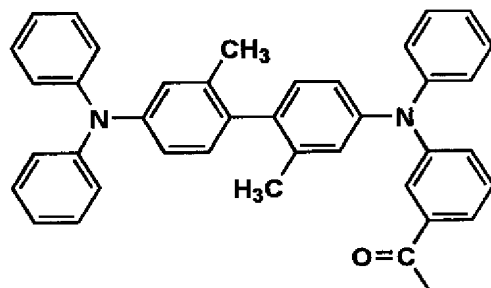
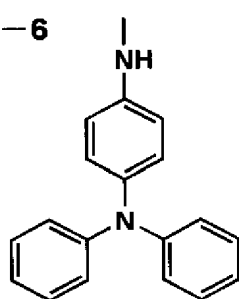
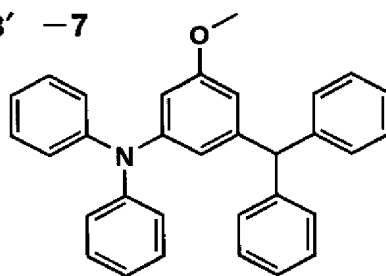
40

【0094】

好ましい具体例を以下に示すがこれらに限定されるものではない。

【0095】

【化28】

B' -1**B' -2****B' -3****B' -4****B' -5****B' -6****B' -7**

10

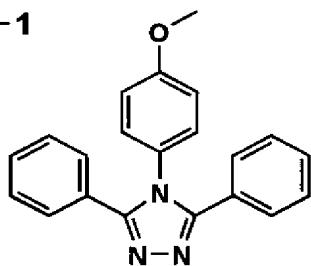
20

30

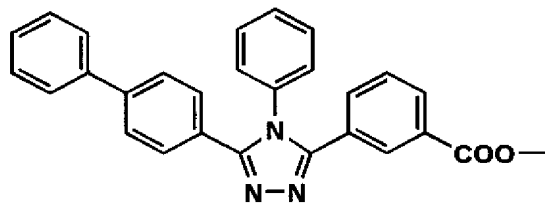
【 0 0 9 6 】

【 化 2 9 】

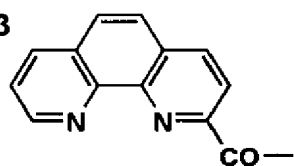
C' -1



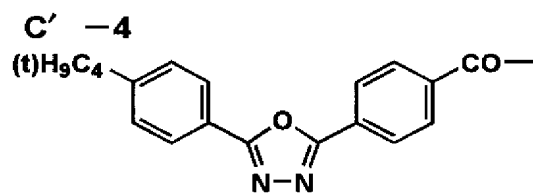
C' -2



C' -3

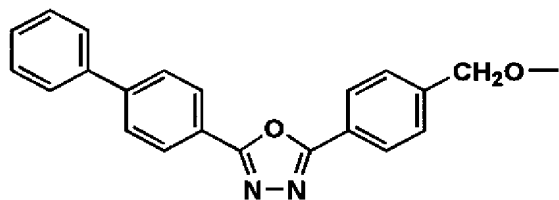


C' -4

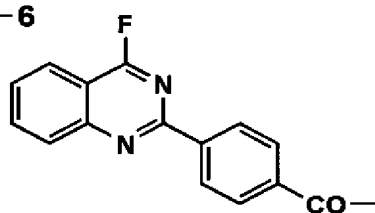


10

C' -5

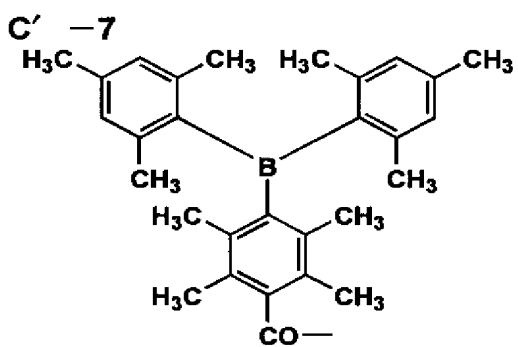


C' -6

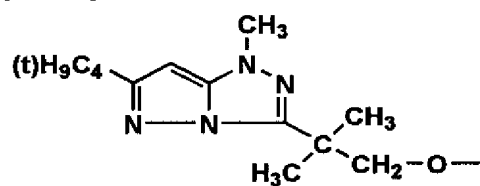


20

C' -7

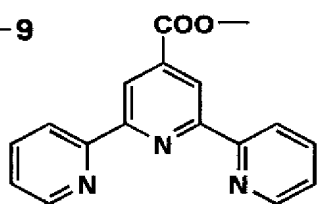


C' -8

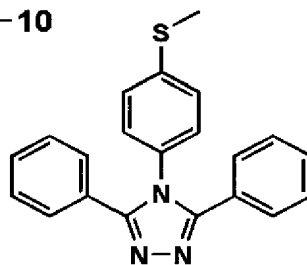


30

C' -9



C' -10

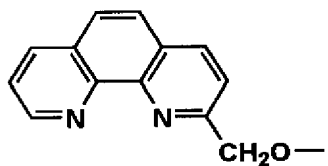


40

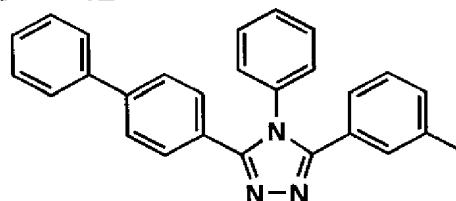
【 0 0 9 7 】

【 化 3 0 】

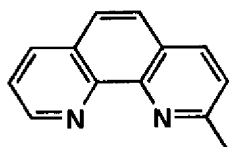
C' -11



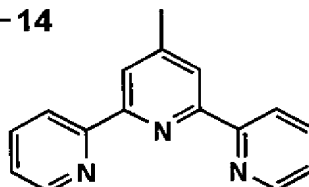
C' -12



C' -13



C' -14



10

【0098】

また、 G_1 及び G_2 は上記 $B' - 1 \sim 7$ 及び $C' - 1 \sim 14$ に代表されるような繰り返し単位を持たない低分子化合物でもよく、単位 B や単位 C が任意の連結基と共にまたは単独

20

【0099】

以上の一般式 (a) で表される本発明の多機能ポリマーは、次のようにも表記できる (連結基は省略)。

【0100】

タイプ1: $B - A - A - A - A - A \cdots A - B$ (エンドキャップタイプ)

タイプ2: $B - A - A - A - A - A \cdots A - C$ (エンドキャップタイプ)

タイプ3: $B - B - B - B - B \cdots B - A - A - A - A - A \cdots A - R$ (ブロックポリマータイプ)

タイプ4: $C - C - C - C - C \cdots C - A - A - A - A - A \cdots A - R$ (ブロック

30

ポリマータイプ)

タイプ5: $B - B - B - B \cdots B - A - A - A - A \cdots A - C - C - C - C \cdots C$ (ブロックポリマータイプ)

なお上記 R は水素原子または任意の置換基を表す。

【0101】

また一般式 (a) の発光ホスト化合物を含む単位を、正孔輸送機能を有する化合物を含む単位 (B) に替えてもよく、その場合の G_1 及び G_2 は発光ホスト化合物残基 (定義は前記のそれと同義であるが、より好ましくは、例示した単位 A の結合可能部位 (化合物例中の結合手の先端) を1つだけ残し、それ以外の結合手に水素原子または任意の置換基を置換したもの) 及び電子輸送性化合物残基となる。電子輸送性化合物残基は前述のそれと同

40

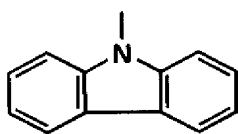
【0102】

発光ホスト化合物残基の好ましい具体例を以下に示すがこれらに限定されるものではない。

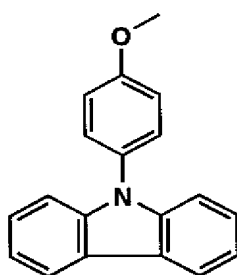
【0103】

【化31】

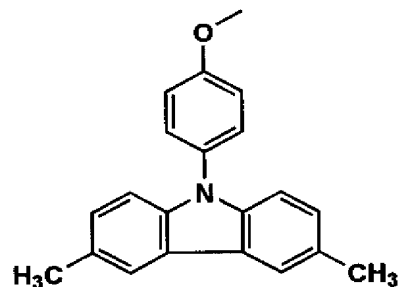
A' -1



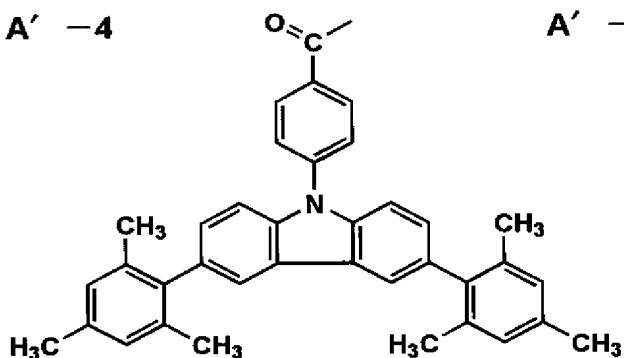
A' -2



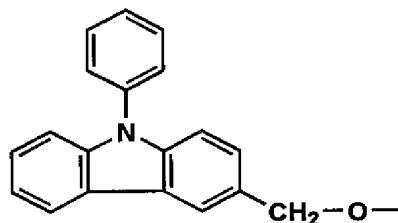
A' -3



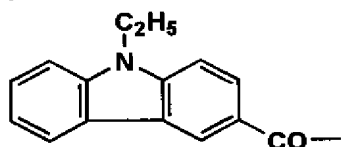
A' -4



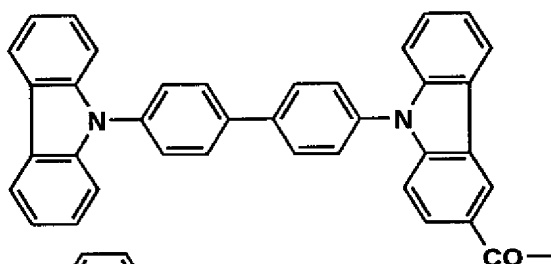
A' -5



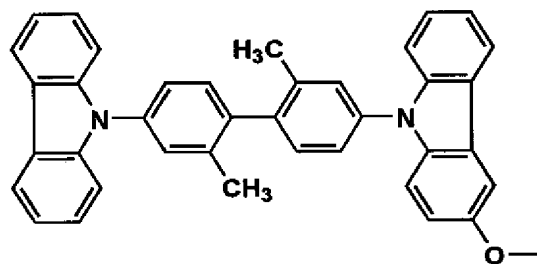
A' -6



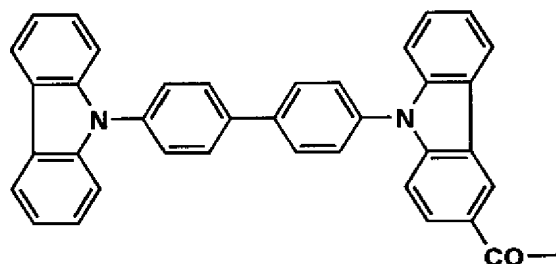
A' -7



A' -8



A' -9



10

20

30

40

【0104】

また、 G_1 及び G_2 は上記 A' に代表されるような繰り返し単位を持たない低分子化合物でもよいが、単位 A が任意の連結基と共にまたは単独で重合した高分子化合物または電子輸送性化合物残基となる。

【0105】

同様に、一般式 (a) の発光ホスト化合物を含む単位を、電子輸送機能を有する化合物を

50

含む単位 (C) に替えてもよく、その場合の G_1 及び G_2 は発光ホスト化合物残基または電子輸送性化合物残基となる。

【0106】

本発明は燐光に由来する発光を主に用いるものであり、素子内に少なくとも1種の燐光ドーパントを含むことになる。そのため、本発明で用いる有機材料（即ち以下で説明する各単位から形成される有機材料）は前記燐光ドーパントの最低励起三重項エネルギー T_1 よりも高いエネルギーを持つこと、言い換えれば、有機EL素子に含まれる燐光ドーパント（複数ある場合にはそれらの中で最も短波な発光極大を持つドーパント）の最も短波な燐光発光極大波長 (λ_D) よりも、本発明の多機能ポリマーの最も長波な燐光発光極大波長 (λ_P) がほぼ同等もしくは短波長であることが好ましく、具体的には溶液中、液体窒素温度で測定した場合の λ_D と λ_P が以下の関係であることが好ましい。

【0107】

$$(\lambda_P) < (\lambda_D) + 10 \text{ [nm]}$$

さらに好ましくは

$$(\lambda_P) < (\lambda_D) \text{ の関係が成り立つ場合である。}$$

【0108】

特に、有機EL素子中に480nm以下の領域に発光極大波長を持つ青色光成分を有する燐光ドーパントを含有する場合では、本発明の多機能ポリマーはそれと同等以下の短波長な燐光発光極大を持つ必要性が生じてくるため、従来の蛍光に由来する光を発する通常の有機EL素子で使用されている電子輸送材料や正孔輸送材料または発光ホストは、その燐光波長が長波長過ぎてそのまま使用することができない。

【0109】

即ち、上記のような系では、従来知られている有機EL材料を本発明の単位A、B及びCとして用いることは難しく、燐光波長の短波長化が必要になる。

【0110】

最も効果的な態様としては、以下が挙げられる。

(1) ビアリアル部分を有する従来の有機EL材料（発光ホスト、正孔輸送材料及び電子輸送材料）のアリアル基とアリアル基との結合位置の隣接位に置換基を導入することでビアリアル基にねじれを生じさせ燐光波長を短波長化することができ、(2) ジアリアルアミノ基を有する従来の有機EL材料（発光ホスト及び正孔輸送材料）の窒素と結合しているアリアル基の2位（窒素と結合している原子の隣接原子）に置換基を導入することで、ジアリアルアミノ基にねじれを生じさせ燐光波長を短波長化することができる。例えば、A-4、A-8、A-11、A-13、A-14、A-21、A-25、A-26、A-27、A-28、A-29、A-30、A-31、A-33、A-34、B-5、B-6、B-7、B-12、B-15、B-16、B-19、B-20、B-22、B-23、B-24、C-3、C-4、C-5、C-9、C-13、C-16、C-20、C-24、C-26、C-28等。

【0111】

また、これ以外の方法としては、(3) 発光ホスト、正孔輸送及び電子輸送機能を有する最低単位（例えば、発光ホストではカルバゾール、正孔輸送ではトリフェニルアミン、電子輸送ではフェナントロリン、トリアゾール等が最低単位となる）を非共役系連結基（例えば、アルキレン基や1, 1'-シクロファン基、シリレン基（-Si-）等）で連結する方法（例えば、A-32、A-39、A-40、B-9、B-18、B-26、B-27、C-37）、さらにこれと類似であるが、(4) 上記最低単位を非共役系の連結基（例えば、L-1、2、3、5、8、10、12、13、14、16、17、19、24、25、26、27、28、29、31、32、33、34、37、38、39、41、43、44、45、46、49、51、52、53、57、58、59、60）で連結する方法が挙げられる。

【0112】

本発明でいう置換基とは、有機基または炭素、窒素、酸素、硫黄等の原子に結合可能な金

属イオンまたは金属錯体残基等を示すが、好ましい例としては、アルキル基（メチル基、エチル基、i-プロピル基、ヒドロキシエチル基、メトキシメチル基、トリフルオロメチル基、t-ブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、ベンジル基等）、アルケニル基（ビニル基、プロペニル基、スチリル基等）、アルキニル基（エチニル基等）、アリール基（フェニル基、ナフチル基、p-トリル基、p-クロロフェニル基等）、アルキルオキシ基（メトキシ基、エトキシ基、i-プロポキシ基、ブトキシ基等）、アリールオキシ基（フェノキシ基等）、アルキルチオ基（メチルチオ基、エチルチオ基、i-プロピルチオ基等）、アリールチオ基（フェニルチオ基等）、ハロゲン原子（フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等）、アミノ基（ジメチルアミノ基、メチルアミノ基、ジフェニルアミノ基等）シアノ基、ニトロ基、複素環基（ピロール基、ピロリジル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ピリジル基、ベンズイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、カルバゾリル基、トリアゾリル基等）等が挙げられる。芳香族基としては上記アリール基及びヘテロアリール基（ピロール基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ピリジル基、ベンズイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル等）が挙げられ、それぞれの置換基はさらに任意の置換基で置換されていてもよい。また、隣接する置換基同士は互いに縮合し環を形成してもよい。

10

【0113】

本発明の多機能ポリマー（オリゴマーを含む）の分子量は好ましくは、1500以上であり、特に上限はない。本発明の多機能ポリマーが繰り返し単位を含む重合体である場合、好ましい重量平均分子量は2000～1000000であり、数平均分子量は1000～500000である。

20

【0114】

本発明の多機能ポリマーの最大燐光発光極大波長は、溶液中、液体窒素温度下で480nm以下であることが好ましく、460nm以下であることがより好ましい。

【0115】

本発明の多機能ポリマーは、燐光ドーパントもしくは蛍光ドーパントを分散するバインダーとして使われる。本発明の多機能ポリマーに燐光ドーパントまたは蛍光ドーパントを分散する方法としては、単にドーパントと多機能ポリマーとを溶剤に溶解させて使用することが一般的であるが、その他、ドーパントに本発明の多機能ポリマーと連結できる連結基または反応性官能基を含む場合は、共有結合や配位結合またはイオン結合等の結合を介して連結してもよいし、ドーパントにビニル基のような重合性置換基を含む場合は、本発明の単位（A）、（B）及び（C）と共重合することで導入してもよい。このうち、ドーパントを多機能ポリマー中に導入する方法として好ましいのは、後者のような共重合により導入する場合である。

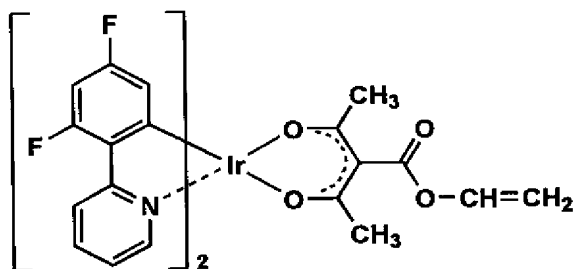
30

【0116】

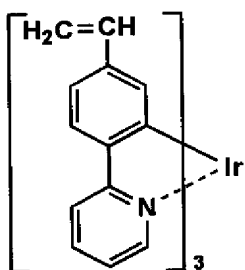
以下に共重合可能なドーパントの具体的な化合物の例を挙げるが、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0117】**【化32】**

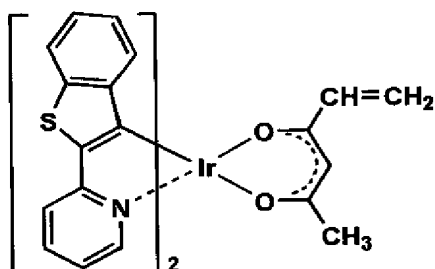
D-1



D-2

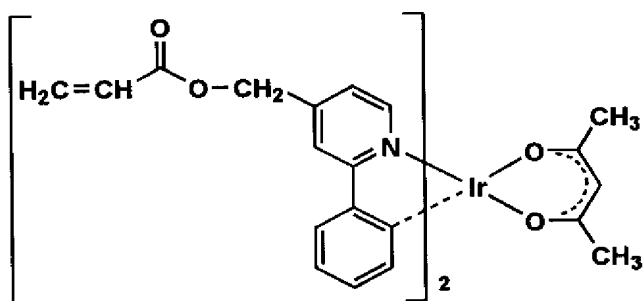


D-3



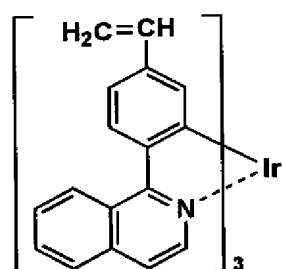
10

D-4

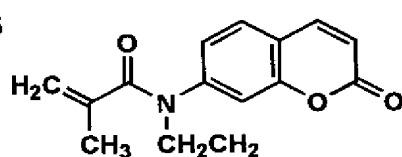


20

D-5

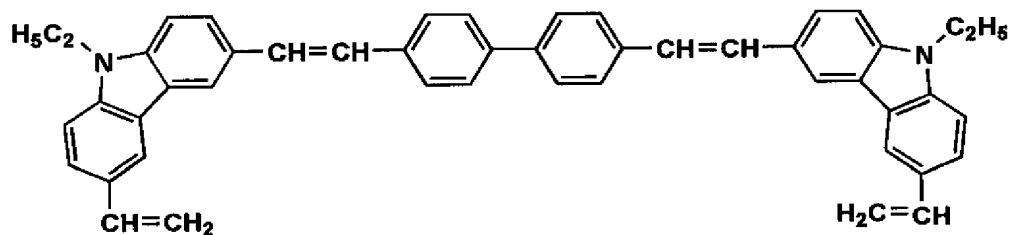


D-6



30

D-7



40

【 0 1 1 8 】

本発明の多機能ポリマーの中で、製造の容易性（少ない層数で高い性能を発揮できるという観点）では、いずれの重合様式を用いるにしても、発光ホスト化合物と正孔輸送性化合物及び電子輸送性化合物の3種を分子内に含有するものが好ましい。本発明の多機能ポリマーの中で2種の機能の違うモノマーを用いる場合は、発光ホスト化合物と電子輸送化合物を組み合わせたポリマーが好ましい。本発明の多機能ポリマーのうち、好ましい重合様

50

式は、開環重合、重縮合及び重付加であり、ランダム共重合よりもブロック共重合の方が好ましい。

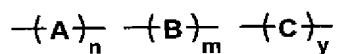
【0119】

本発明の多機能ポリマーの具体例を以下に説明する。

1. ビニル重合・開環重合タイプ

【0120】

【表1】



| 多機能ポリマー | A | B | C | n : m : y | 重量平均分子量 |
|---------|------|------|------|--------------|---------|
| 1-1 | A-1 | B-1 | — | 80 : 20 : 00 | 24000 |
| 1-2 | A-4 | B-5 | — | 85 : 15 : 00 | 42000 |
| 1-3 | A-11 | B-2 | — | 70 : 30 : 00 | 19000 |
| 1-4 | A-13 | B-3 | — | 80 : 20 : 00 | 21000 |
| 1-5 | A-14 | B-22 | — | 70 : 30 : 00 | 31000 |
| 1-6 | A-8 | B-5 | — | 80 : 20 : 00 | 36000 |
| 1-7 | A-6 | B-4 | — | 60 : 40 : 00 | 14000 |
| 1-8 | A-31 | B-18 | — | 80 : 20 : 00 | 21000 |
| 1-9 | A-32 | B-18 | — | 75 : 25 : 00 | 29000 |
| 1-10 | A-31 | B-15 | — | 80 : 20 : 00 | 31000 |
| 1-11 | A-32 | B-15 | — | 80 : 20 : 00 | 33000 |
| 1-12 | A-18 | B-11 | — | 70 : 30 : 00 | 16000 |
| 1-13 | A-17 | B-12 | — | 70 : 30 : 00 | 11000 |
| 2-1 | A-2 | — | C-1 | 70 : 00 : 30 | 28000 |
| 2-2 | A-3 | — | C-3 | 80 : 00 : 20 | 21000 |
| 2-3 | A-8 | — | C-10 | 75 : 00 : 25 | 19000 |
| 2-4 | A-13 | — | C-5 | 70 : 00 : 30 | 26000 |
| 2-5 | A-11 | — | C-28 | 85 : 00 : 15 | 20000 |
| 2-6 | A-12 | — | C-4 | 65 : 00 : 35 | 31000 |
| 2-7 | A-14 | — | C-7 | 75 : 00 : 25 | 31000 |
| 2-8 | A-31 | — | C-19 | 70 : 00 : 30 | 40000 |
| 2-9 | A-31 | — | C-22 | 65 : 00 : 35 | 28000 |
| 2-10 | A-32 | — | C-23 | 70 : 00 : 30 | 29000 |
| 2-11 | A-32 | — | C-22 | 75 : 00 : 25 | 31000 |
| 2-12 | A-16 | — | C-31 | 70 : 00 : 30 | 21000 |
| 2-13 | A-18 | — | C-33 | 70 : 00 : 30 | 24000 |
| 2-14 | A-18 | — | C-32 | 70 : 00 : 30 | 23000 |
| 2-15 | A-17 | — | C-32 | 70 : 00 : 30 | 20000 |
| 2-16 | A-39 | — | C-3 | 70 : 00 : 30 | 21000 |
| 3-1 | A-1 | B-1 | C-1 | 60 : 20 : 20 | 30000 |
| 3-2 | A-6 | B-7 | C-2 | 50 : 15 : 35 | 21000 |
| 3-3 | A-3 | B-2 | C-10 | 70 : 10 : 20 | 28000 |
| 3-4 | A-8 | B-9 | C-11 | 60 : 10 : 30 | 21000 |
| 3-5 | A-14 | B-21 | C-27 | 60 : 15 : 25 | 29000 |
| 3-6 | A-14 | B-5 | C-30 | 70 : 10 : 20 | 18000 |
| 3-7 | A-13 | B-1 | C-3 | 70 : 15 : 15 | 26000 |
| 3-8 | A-8 | B-5 | C-3 | 70 : 05 : 25 | 38000 |
| 3-9 | A-11 | B-2 | C-3 | 60 : 10 : 30 | 21000 |
| 3-10 | A-13 | B-22 | C-5 | 50 : 20 : 30 | 24000 |
| 3-11 | A-32 | B-18 | C-19 | 70 : 05 : 25 | 26000 |
| 3-12 | A-32 | B-18 | C-24 | 65 : 15 : 20 | 21000 |
| 3-13 | A-31 | B-15 | C-23 | 70 : 10 : 20 | 20000 |
| 3-14 | A-31 | B-15 | C-22 | 70 : 15 : 15 | 25000 |
| 3-15 | A-17 | B-11 | C-31 | 70 : 10 : 20 | 25000 |
| 3-16 | A-16 | B-12 | C-31 | 65 : 05 : 30 | 30000 |
| 3-17 | A-16 | B-11 | C-33 | 75 : 15 : 10 | 28000 |
| 3-18 | A-18 | B-11 | C-31 | 70 : 10 : 20 | 21000 |
| 3-19 | A-18 | B-12 | C-32 | 70 : 10 : 20 | 26000 |

10

20

30

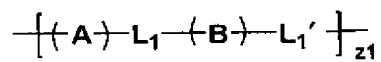
40

【0 1 2 1】

2. 重縮合・重付加タイプ(1)

【0 1 2 2】

【表2】



| 多機能ポリマー | A | L ₁ | B | L ₁ ' | 重量平均分子量 |
|---------|------|----------------|------|------------------|---------|
| 4-1 | A-22 | L-5 | B-23 | L-5 | 11000 |
| 4-2 | A-24 | — | B-16 | — | 8500 |
| 4-3 | A-27 | — | B-17 | — | 16500 |
| 4-4 | A-25 | L-3 | B-24 | L-3 | 15000 |
| 4-5 | A-29 | L-2 | B-13 | L-2 | 7000 |
| 4-6 | A-26 | L-11 | B-20 | L-11 | 7500 |
| 4-7 | A-35 | L-16 | B-19 | L-16 | 10000 |
| 4-8 | A-37 | L-2 | B-19 | L-2 | 7500 |

10

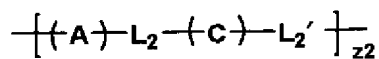
【0 1 2 3】

3. 重縮合・重付加タイプ (2)

【0 1 2 4】

【表 3】

20



| 多機能ポリマー | A | L ₂ | C | L ₂ ' | 重量平均分子量 |
|---------|------|----------------|------|------------------|---------|
| 5-1 | A-24 | — | C-35 | — | 20500 |
| 5-2 | A-25 | L-3 | C-34 | L-3 | 10000 |
| 5-3 | A-26 | L-55 | C-13 | L-55 | 6500 |
| 5-4 | A-26 | L-11 | C-13 | L-11 | 11000 |
| 5-5 | A-28 | L-5 | C-36 | L-5 | 12000 |
| 5-6 | A-30 | L-20 | C-34 | L-20 | 14000 |
| 5-7 | A-35 | L-57 | C-17 | L-57 | 9000 |
| 5-8 | A-22 | L-50 | C-20 | L-50 | 6000 |
| 5-9 | A-40 | L-2 | C-37 | L-2 | 11000 |

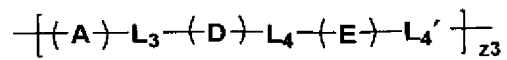
30

【0 1 2 5】

4. 重縮合・重付加タイプ (3)

【0 1 2 6】

【表 4】



| 多機能ポリマー | A | L ₃ | D | L ₄ | E | L ₄ ' | 重量平均分子量 |
|---------|------|----------------|------|----------------|------|------------------|---------|
| 6-1 | A-24 | — | B-16 | — | C-35 | — | 8000 |
| 6-2 | A-26 | L-3 | B-24 | L-3 | C-34 | L-3 | 7000 |
| 6-3 | A-27 | L-5 | C-36 | L-5 | B-25 | L-5 | 11500 |
| 6-4 | A-22 | L-51 | C-34 | L-51 | B-24 | L-51 | 5000 |
| 6-5 | A-26 | L-30 | B-19 | L-30 | C-13 | L-30 | 19000 |

10

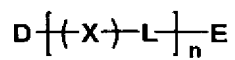
【0127】

5. エンドキャップタイプ

【0128】

【表5】

20



| 多機能ポリマー | D | X | L | E | 重量平均分子量 |
|---------|------|------|------|-------|---------|
| 7-1 | H0 | A-27 | L-2 | B'-3 | 21000 |
| 7-2 | H0 | A-27 | L-2 | C'-2 | 18000 |
| 7-3 | C'-1 | A-27 | L-2 | C'-3 | 12000 |
| 7-4 | B'-2 | A-40 | L-10 | B'-1 | 18000 |
| 7-5 | C'-2 | A-40 | L-12 | C'-12 | 9000 |
| 7-6 | C'-2 | A-40 | L-12 | B'-1 | 9000 |

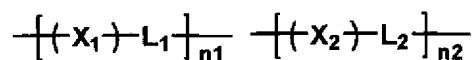
30

【0129】

6. ブロックポリマータイプ

【0130】

【表6】

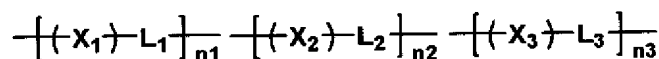


| 多機能ポリマー | X ₁ | L ₁ | X ₂ | L ₂ | n ₁ /n ₂ | 重量平均分子量 |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|---------|
| 8-1 | A-1 | — | B-1 | — | 80/20 | 14000 |
| 8-2 | A-1 | — | B-18 | — | 70/30 | 16000 |
| 8-3 | A-12 | — | B-1 | — | 70/30 | 16000 |
| 8-4 | A-32 | — | B-18 | — | 80/20 | 14000 |
| 8-5 | A-9 | — | C-1 | — | 75/25 | 19000 |
| 8-6 | A-11 | — | C-3 | — | 90/10 | 18000 |
| 8-7 | A-39 | — | C-27 | — | 95/5 | 22000 |
| 8-8 | A-25 | L-3 | C-34 | L-3 | 85/15 | 12000 |

10

【0131】

【表7】



| 多機能 ポリマー | X ₁ | L ₁ | X ₂ | L ₂ | X ₃ | L ₃ | n ₁ /n ₂ /n ₃ | 重量 平均分子量 |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|-------------|
| 9-1 | A-22 | L-3 | B-24 | L-3 | C-34 | L-3 | 90/5/5 | 10000 |
| 9-2 | A-1 | — | B-1 | — | C-7 | — | 60/20/20 | 21000 |
| 9-3 | A-39 | — | B-18 | — | C-1 | — | 80/10/10 | 19000 |
| 9-4 | A-2 | — | B-2 | — | C-2 | — | 50/25/25 | 16000 |
| 9-5 | A-11 | — | B-5 | — | C-3 | — | 70/10/20 | 14000 |
| 9-6 | A-13 | — | B-5 | — | C-10 | — | 50/20/30 | 22000 |

20

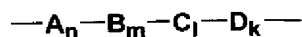
30

【0132】

7. 上記以外

【0133】

【表8】



| 多機能ポリマー | A | B | C | D | n/m/l/k | 重量平均分子量 |
|---------|------|-----|-----|-----|------------|---------|
| 10-1 | A-4 | B-1 | C-1 | D-2 | 70/10/15/5 | 17000 |
| 10-2 | A-11 | B-3 | — | D-3 | 80/10/9/1 | 14000 |
| 10-3 | A-13 | — | C-2 | D-7 | 70/10/15/5 | 17000 |

40

【0134】

本発明の燐光性化合物（ドーパント）とは励起三重項からの発光が観測される化合物であり、燐光量子収率が25℃において0.001以上の化合物である。好ましくは0.01以上、さらに好ましくは0.1以上である。

【0135】

上記燐光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光I Iの398ページ（1992年版、

50

丸善)に記載の方法により測定できる。溶液中での燐光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に用いられる燐光性化合物とは、任意の溶媒のいずれかにおいて上記燐光量子収率が達成されればよい。好ましくは、元素の周期律表でV I I I属の金属を含む錯体系化合物であり、さらに好ましくは、イリジウム、オウミウムまたは白金錯体系化合物である。より好ましくはイリジウム錯体系化合物である。

【0136】

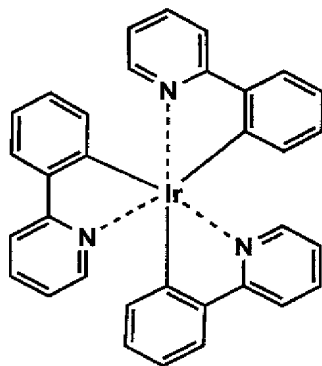
以下に、本発明で用いられる燐光性化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。これらの化合物は、例えば、*Inorg. Chem.*, 40巻, 1704-1711に記載の方法等により合成できる。

【0137】

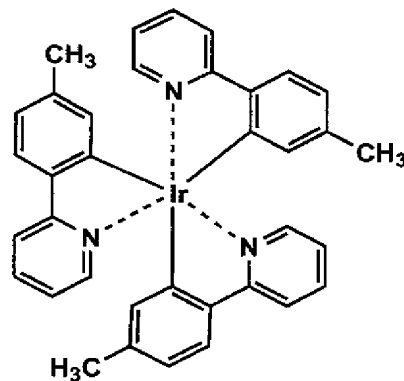
【化33】

10

Ir-1

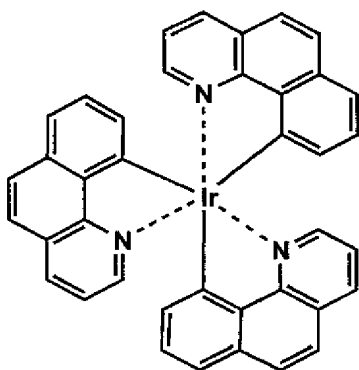


Ir-2

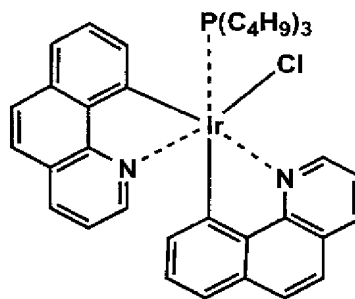


20

Ir-3

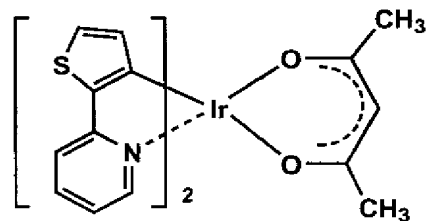


Ir-4

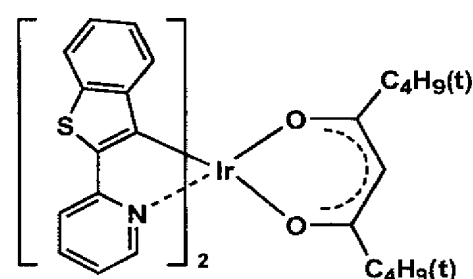


30

Ir-5



Ir-6



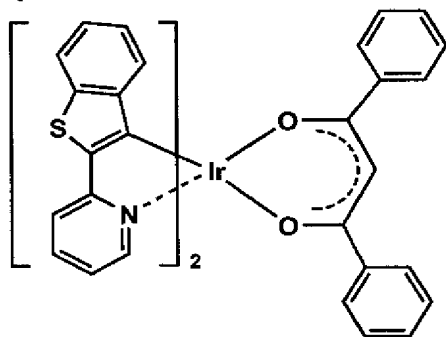
40

【0138】

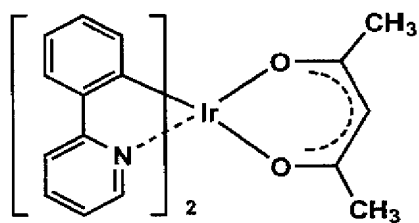
50

【化 3 4】

Ir-7

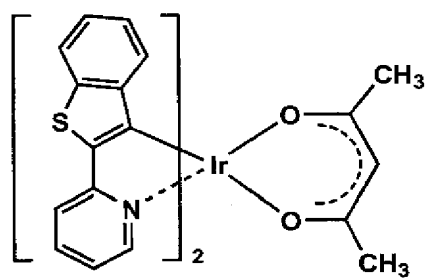


Ir-8

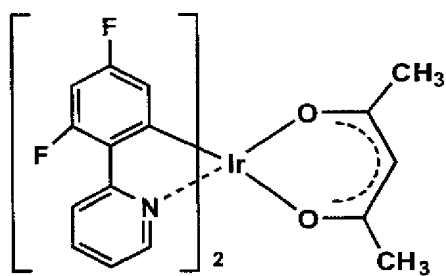


10

Ir-9

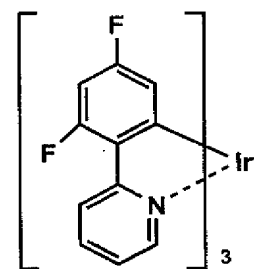


Ir-10

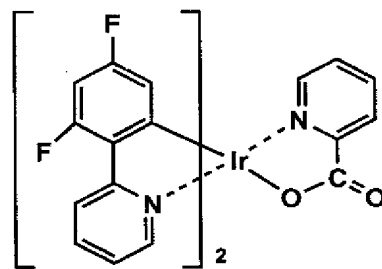


20

Ir-11

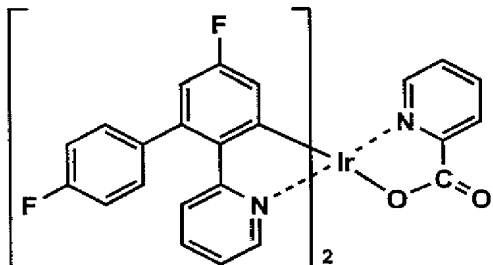


Ir-12



30

Ir-13

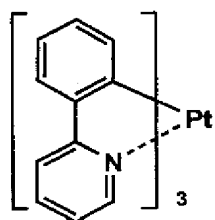


40

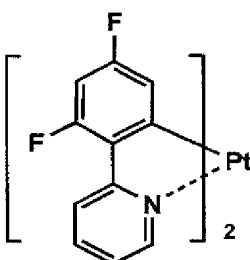
【 0 1 3 9 】

【化 3 5】

Pt-1

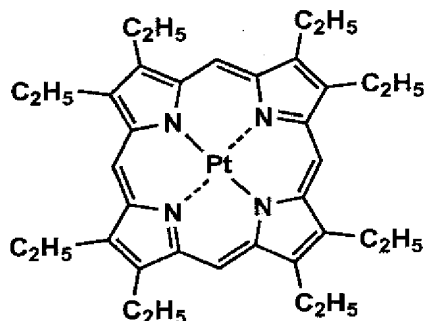


Pt-2



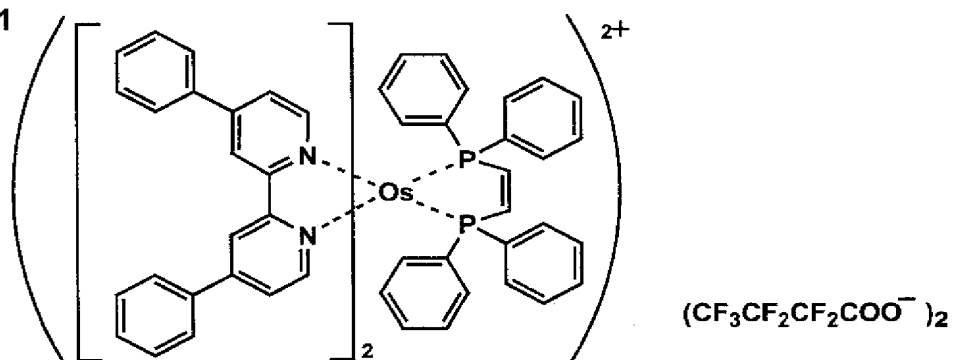
10

Pt-3



20

A-1



30

【0140】

また、別の形態では、ホスト化合物と燐光性化合物の他に、蛍光性化合物（蛍光ドーパント）を用いてもよい。蛍光性化合物として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は0.1以上、特に0.3以上が好ましい。具体的には、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素または希土類錯体系蛍光体等が挙げられる。

40

【0141】

ここでの蛍光量子収率も、前記第4版実験化学講座7の分光I Iの362ページ（1992年版、丸善）に記載の方法により測定することができる。

【0142】

《有機EL素子の構成層》

本発明の有機EL素子の構成層について説明する。

【0143】

本発明において、有機EL素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれ

50

らに限定されない。

- (1) 陽極／多機能ポリマー／陰極
- (2) 陽極／正孔注入層／多機能ポリマー／陰極
- (3) 陽極／多機能ポリマー／電子注入層／陰極
- (4) 陽極／正孔注入層／多機能ポリマー／電子注入層／陰極
- (5) 陽極／多機能ポリマー／正孔阻止層／電子注入層／陰極
- (6) 陽極／正孔注入層／多機能ポリマー／正孔阻止層／電子注入層／陰極

以上の層の他、必要に応じて正孔輸送層、電子輸送層、電子素子層、陽極バッファ層、陰極バッファ層等の機能性層を使用してもよい。上記6種類の層構成の中で、層の数が少ないものの方が製造の面からは好ましいが、発光効率等の性能が劣ってしまう傾向がある。 10

【0144】

正孔注入層と陽極を正孔注入電極、陰極バッファ層と陰極を電子注入電極と考えると、それ以外は多機能ポリマーだけで構成させること（上記（4））が本発明の層構成として好ましい。

【0145】

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい（4 eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO） 20、 SnO_2 、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、 $\text{IDIXO}(\text{In}_2\text{O}_3 - \text{ZnO})$ 等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は（100 μm 以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10～1000 nm、好ましくは10～200 nmの範囲で選ばれる。

【0146】

《陰極》

陰極としては、仕事関数の小さい（4 eV以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム／銅混合物、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、インジウム、リチウム／アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。 40
これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、リチウム／アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常10～1000 nm、好ましくは50～200 nmの範囲で選ばれる。なお、発光光を透過させるため、有機EL素子の陽極または陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

【0147】

次に、本発明の有機EL素子の構成層として用いられる、注入層、正孔輸送層、電子輸送層等について説明する。

【0148】

《注入層》：電子注入層、正孔注入層

注入層は主に発光効率や寿命を改善する目的で使用され、特に必須ではないが、陽極の凹凸を緩和したり、本発明の多機能ポリマーの膜付きを改善する等の副次的効果も得られることから、本発明では使用することが好ましい。構成としては、上記のごとく陽極及び、陰極に接する層に使用することが好ましい。なお電子注入層には後述の陰極バッファ層も含まれ、正孔注入層には陽極バッファ層も含まれる。

【0149】

具体的には、「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日 エヌ・ティー・エス社発行）」の第2編、第2章「電極材料」（123～166頁）に詳細に記載されており、正孔注入層（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。 10

【0150】

陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子、例えば（Poly（3, 4）ethylene dioxythiophene-polystyrenesulphonate（PEDOT/ PSS））を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【0151】

陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。 20

【0152】

上記バッファ層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は0.1～100nmの範囲が好ましい。

【0153】

本発明で言う電極界面改質層とは上記陽極バッファ層及び陰極バッファ層のことを差す。 30

【0154】

阻止層は、上記のごとく、有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば特開平11-204258号、同11-204359号、及び「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日 エヌ・ティー・エス社発行）」の237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層がある。

【0155】

正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層であり、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。 40

【0156】

一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層であり、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0157】

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。

【0158】

正孔輸送層、電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

本発明の有機EL素子においては、発光層のホスト、発光層に隣接する正孔輸送層、発光 50

層に隣接する電子輸送層全ての材料の蛍光極大波長が415nm以下であることが好ましい。

【0159】

《発光層》

発光層は、電極または電子輸送層、正孔輸送層から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

【0160】

基本的には発光層には本発明の多機能ポリマーが使用されが、多機能ポリマーの他に以下に記述する電子輸送材料、正孔輸送材料、発光ドーパント（前記燐光性化合物を含む）等を併用してもよい。これらの併用してもよい材料の中で発光ドーパントを用いることが好ましく、特に本発明の多機能ポリマー中に燐光化合物が含まれていない場合には前記の燐光化合物の併用が必須である。その他にも蛍光を発する有機化合物または錯体（発光ドーパント）を併用することもできる。

【0161】

本発明の発光層に併用できる化合物としては、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適宜選択して用いることができる。このような発光材料は、主に有機化合物であり、所望の色調により、例えば、Macromol. Synth., 125巻, 17～25頁に記載の化合物等を用いることができる。

【0162】

この発光層は、上記化合物を、例えば、スピコート法、キャスト法、LB法、スプレー方、インクジェット法、ペイント法等の公知の薄膜形成法により製膜して形成することができる。発光層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm～5μmの範囲で選ばれる。この発光層は、本発明の多機能ポリマー及び上記併用可能な材料が1種または2種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成または異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。本発明の有機EL素子の好ましい態様は、多機能ポリマーに低分子の燐光化合物の混合物で発光層が形成される場合、または、前記重合性燐光化合物を繰り返し単位として含む多機能ポリマーであるときであり、特に好ましくは本発明の多機能ポリマーに少なくとも1種の燐光ドーパントと燐光ドーパントと異なる波長領域に発光するドーパントを併用し、白色に光発光層を形成する場合である。

【0163】

また、この発光層は、特開昭57-51781号公報に記載されているように、樹脂等の結着材と共に上記発光材料を溶剤に溶かして溶液としたのち、これをスピコート法等により薄膜化して形成することができる。このようにして形成された発光層の膜厚については、特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5nm～5μmの範囲である。

【0164】

（ドーパント）

次にドーパントについて述べる。

【0165】

ドーパントの種類は原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをドーパントに移動させることでドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはドーパントがキャリアトラップとなり、ドーパント化合物上でキャリアの再結合が起こりドーパントからの発光が得られるというキャリアトラップ型である。いずれの場合においても、ドーパント化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物（本発明においては多機能ポリマーがこれに該当する）の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

【0166】

《正孔輸送層》

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子

10

20

30

40

50

阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0167】

正孔輸送材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0168】

正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

10

【0169】

正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0170】

芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニル; N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(TPD); 2, 2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N'-テトラ-p-トリル-4, 4'-ジアミノビフェニル; 1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4'-ジアミノビフェニル; N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N-トリ(p-トリル)アミン; 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-p-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N, N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン; N-フェニルカルバゾール、さらには、米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDA TA)等が挙げられる。

20

30

【0171】

さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

40

【0172】

また、p型-Si、p型-SiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。

【0173】

また、本発明においては正孔輸送層の正孔輸送材料は415nm以下に蛍光極大波長を有することが好ましい。すなわち、正孔輸送材料は、正孔輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

【0174】

この正孔輸送層は、上記正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト

50

法、インクジェット法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5～5000nm程度である。この正孔輸送層は、上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよい。

【0175】

ただし、本発明においては、このような正孔輸送層を別途設けるよりも、その機能を有する多機能ポリマーを発光層に用い、正孔輸送層を用いないことが製造面からは好ましい。

【0176】

《電子輸送層》

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0177】

従来、単層の電子輸送層及び複数層とする場合は発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料（正孔阻止材料を兼ねる）としては、下記の材料が知られている。さらに、電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0178】

この電子輸送層に用いられる材料（以下、電子輸送材料という）の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。さらに、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0179】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えばトリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq）、トリス（5,7-ジクロロ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5,7-ジブromo-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、ビス（8-キノリノール）亜鉛（Znq）等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチルルピラジン誘導体も電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0180】

電子輸送層に用いられる好ましい化合物は、415nm以下に蛍光極大波長を有することが好ましい。すなわち、電子輸送層に用いられる化合物は、電子輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

【0181】

ただし、本発明においては、このような電子輸送層を別途設けるよりも、その機能を有する多機能ポリマーを発光層に用い、電子輸送層を用いないことが製造面からは好ましい。

【0182】

《基体（基板、基材、支持体等ともいう）》

本発明の有機EL素子に係る基体としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はないが、好ましく用いられる基板としては

例えばガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0183】

樹脂フィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。

【0184】

樹脂フィルムの表面には、ガスバリアの観点から無機物もしくは有機物の被膜（バリア層）またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていることが好ましく、バリア層は多層膜であることが好ましい。バリア層の成分として好ましいものは酸化シリコン（シリカ）、窒化シリコン、酸窒化シリコン、酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化アルミニウム、酸窒化アルミニウム、酸化スズ、酸化亜鉛、等の金属酸化物や窒化物、ポリアクリレートやポリスチレン、ポリオレフィンやパリレン等の有機高分子、及びそれらの混合物（ハイブリッドやコンポジットを含む）等である。 10

【0185】

本発明の有機EL素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上であることが好ましく、より好ましくは2%以上である。ここに、外部取り出し量子効率（%）＝有機EL素子外部に発光した光子数／有機EL素子に流した電子数×100である。 20

【0186】

また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用してもよい。

本発明の多色表示装置は少なくとも2種類の異なる発光極大波長を有する有機EL素子からなるが、次に有機EL素子を作製する好適な例を説明する。

【0187】

《有機EL素子の作製方法》

本発明の有機EL素子の作製方法の一例として、陽極／正孔注入層／発光層（多機能ポリマー層）／電子注入層／陰極からなる有機EL素子の作製法について説明する。

【0188】

まず適当な基体上に、所望の電極物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下、好ましくは10～200 nmの膜厚になるように、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ陽極を作製する。次に、この上に有機EL素子材料である正孔注入層、発光層の有機化合物薄膜を形成させる。 30

【0189】

この有機化合物薄膜の製膜方法としては、前記の如くスピコート法、キャスト法、インクジェット法、スプレー法、ペイント法、印刷法等があるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくい等の点から、インクジェット法、印刷法またはスピコート法が特に好ましい。

【0190】

正孔注入層は材料の種類によって、例えば低分子化合物や無機化合物を用いる場合には蒸着法を適用することもできる。つまり層ごとに異なる製膜法を適用してもよい。 40

【0191】

製膜に蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類等により異なるが、一般にボート加熱温度50～450℃、真空度 10^{-6} ～ 10^{-2} Pa、蒸着速度0.01～50 nm/秒、基板温度－50～300℃、膜厚0.1 nm～5 μm の範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0192】

これらの層の形成後、その上に電子注入層と陰極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下好ましくは50～200 nmの範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望の有機EL素子が得られる。この有機 50

E L 素子の作製は、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行う等の配慮が必要となる。

【0193】

本発明の多色表示装置は、発光層をパターニングすることにより作製することができる。その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、印刷法、スピコート法である。蒸着法やスピコート法を用いる場合においてはシャドーマスクを用いたパターニングが好ましい。

【0194】

また作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。

【0195】

また、陰極に透明電極と極薄い陰極を用い、陽極に金属を用いることにより、陰極側から光を取り出す（いわゆるトップエミッション）ことも可能である。

【0196】

このようにして得られた多色表示装置に、直流電圧を印加する場合には、陽極を＋、陰極を－の極性として電圧2～40V程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が＋、陰極が－の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

【0197】

本発明の多色表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の3種の有機EL素子を用いることにより、フルカラーの表示が可能となる。

【0198】

表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリックス（パッシブマトリックス）方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでもよい。

【0199】

発光光源としては家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。

【0200】

また、本発明に係る有機EL素子に共振器構造を持たせた有機EL素子として用いてもよい。

【0201】

このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザー発振をさせることにより、上記用途に使用してもよい。

【0202】

《表示装置》

本発明の有機EL素子は、照明用や露光光源のような一種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置（ディスプレイ）として使用してもよい。動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリックス（パッシブマトリックス）方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を2種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

【0203】

【発明の実施の形態】

本発明の有機EL素子から構成される表示装置の一例を図面に基づいて以下に説明する。

10

20

30

40

50

【0204】

図1は、有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

【0205】

ディスプレイ1は、複数の画素を有する表示部A、画像情報に基づいて表示部Aの画像走査を行う制御部B等からなる。

【0206】

制御部Bは、表示部Aと電氣的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線ごとの画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部Aに表示する。

10

【0207】

図2は、表示部Aの模式図である。

表示部Aは基板上に、複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と、複数の画素3等とを有する。表示部Aの主要な部材の説明を以下に行う。

【0208】

図においては、画素3の発光した光が、白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

【0209】

配線部の走査線5及び複数のデータ線6は、それぞれ導電材料からなり、走査線5とデータ線6は格子状に直交して、直交する位置で画素3に接続している（詳細は図示せず）。

20

【0210】

画素3は、走査線5から走査信号が印加されると、データ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を、適宜、同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0211】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

図3は、画素の模式図である。

【0212】

画素は、有機EL素子10、スイッチングトランジスタ11、駆動トランジスタ12、コンデンサ13等を備えている。複数の画素に有機EL素子10として、赤色、緑色、青色発光の有機EL素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

30

【0213】

図3において、制御部Bからデータ線6を介してスイッチングトランジスタ11のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部Bから走査線5を介してスイッチングトランジスタ11のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ13と駆動トランジスタ12のゲートに伝達される。

40

【0214】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ13が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ12の駆動がオンする。駆動トランジスタ12は、ドレインが電源ライン7に接続され、ソースが有機EL素子10の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン7から有機EL素子10に電流が供給される。

【0215】

制御部Bの順次走査により走査信号が次の走査線5に移ると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ11の駆動がオフしてもコンデンサ13は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ12の

50

駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機EL素子10の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ12が駆動して有機EL素子10が発光する。

【0216】

すなわち、有機EL素子10の発光は、複数の画素それぞれの有機EL素子10に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ11と駆動トランジスタ12を設けて、複数の画素3それぞれの有機EL素子10の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリックス方式と呼んでいる。

【0217】

ここで、有機EL素子10の発光は、複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。

【0218】

また、コンデンサ13の電位の保持は、次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

【0219】

本発明においては、上述したアクティブマトリックス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機EL素子が発光させるパッシブマトリックス方式の発光駆動でもよい。

【0220】

図4は、パッシブマトリックス方式による表示装置の模式図である。図4において、複数の走査線5と複数の画像データ線6が画素3を挟んで対向して格子状に設けられている。

【0221】

順次走査により走査線5の走査信号が印加されたとき、印加された走査線5に接続している画素3が画像データ信号に応じて発光する。

【0222】

パッシブマトリックス方式では画素3にアクティブ素子がなく、製造コストの低減が計れる。

【0223】

【実施例】

以下、実施例により本発明を説明するが、本発明の実施態様はこれらに限定されない。

【0224】

実施例1

＜有機EL素子の作製＞

有機EL素子OLED1-1を以下のようにして作製した。

【0225】

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキシド）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA-45）にパターンニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行なった。この透明支持基板上に、ポリビニルカルバゾール（PVK）30mgとIr-12 1.8mgをジクロロベンゼン1mlに溶解させ、1000rpm、5secの条件下、スピンコートし（膜厚約100nm）、60度で1時間真空乾燥し、発光層とした。これを真空蒸着装置に取付け、次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧し、陰極バッファ層としてフッ化リチウム0.5nm及び陰極としてアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成した。最後にガラス封止をし、有機EL素子OLED1-1を作製した。

【0226】

次に、ポリマー材料としてポリマーPVKの代わりに表9に示す材料を用いて、有機EL素子OLED1-1と同様にして有機EL素子OLED1-2～1-14を作製した。

10

20

30

40

50

【 0 2 2 7 】

また、O L E D 1 - 7 に使用しているドーパント (I r - 1 2) の代わりに I r - 1 、 I r - 6 を用いた有機 E L 素子、それぞれ O L E D 1 - 7 - 2 、 O L E D 1 - 7 - 3 を作製した。

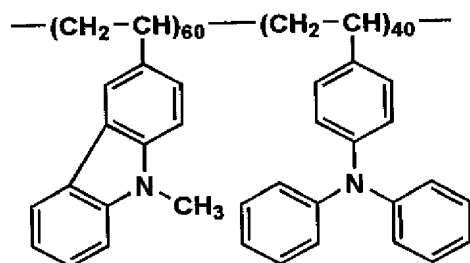
【 0 2 2 8 】

上記で使用した化合物の構造を以下に示す。

【 0 2 2 9 】

【化 3 6 】

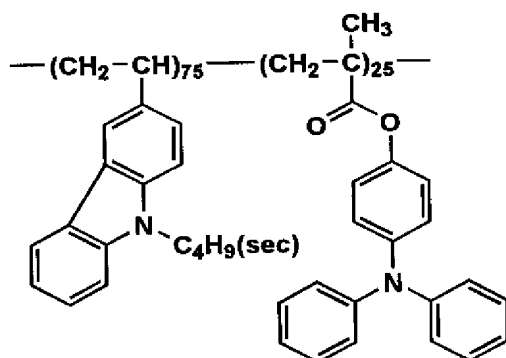
R-1



Mw=23000

10

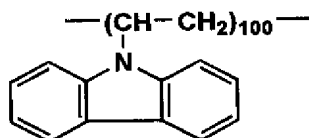
R-2



Mw=21000

20

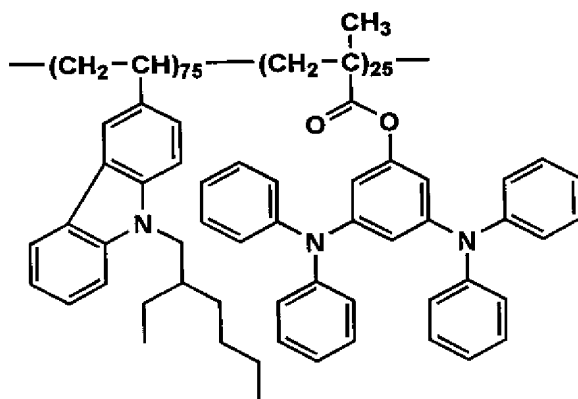
PVK



Mw=12000

30

R-3



Mw=17000

40

【 0 2 3 0 】

〈有機 E L 素子の評価〉

以下のようにして得られた有機 E L 素子 O L E D 1 - 1 ~ O L E D 1 - 1 4 の評価を行っ

50

た。その結果を表 9 に示す。

【0231】

(発光輝度、発光効率)

有機 EL 素子 OLED1-1 ~ OLED1-14 の発光色は青色であった。有機 EL 素子 OLED1-1 は初期駆動電圧 7 V で電流が流れ始めた。有機 EL 素子 OLED1-1 ~ OLED1-14 の温度 23 °C、乾燥窒素ガス雰囲気下で 12 V 直流電圧を印加した時の発光輝度 (cd/m²)、発光効率 (lm/W) を測定した。

【0232】

発光輝度、発光効率は有機 EL 素子 OLED1-1 を 100 とした時の相対値で表した。発光輝度については、CS-1000 (ミノルタ製) を用いて測定した。

10

【0233】

なお、OLED1-7-2、OLED1-7-3 は各々電流を流すと緑色、赤色の発光を示した。

【0234】

(耐久性)

10 mA/cm² の一定電流で駆動したときに初期輝度が元の半分に低下するのに要した時間 (半減寿命時間) を耐久性の指標として表した。半減寿命時間は有機 EL 素子 OLED1-1 を 100 とした時の相対値で表した。

【0235】

【表 9】

20

| 有機EL素子 | ポリマー | ドーパント | 発光 輝度 | 発光 効率 | 半減 時間 | 備考 |
|----------|------|-------|----------|----------|----------|-----|
| OLED1-1 | PVK | Ir-12 | 100 | 100 | 100 | 比較 |
| OLED1-2 | R-1 | Ir-12 | 115 | 120 | 115 | 比較 |
| OLED1-3 | R-2 | Ir-12 | 122 | 115 | 105 | 比較 |
| OLED1-4 | R-3 | Ir-12 | 108 | 114 | 100 | 比較 |
| OLED1-5 | 1-1 | Ir-12 | 145 | 151 | 205 | 本発明 |
| OLED1-6 | 1-9 | Ir-12 | 146 | 149 | 200 | 本発明 |
| OLED1-7 | 1-12 | Ir-12 | 162 | 160 | 235 | 本発明 |
| OLED1-8 | 3-2 | Ir-12 | 242 | 230 | 380 | 本発明 |
| OLED1-9 | 3-12 | Ir-12 | 222 | 230 | 365 | 本発明 |
| OLED1-10 | 4-5 | Ir-12 | 178 | 166 | 240 | 本発明 |
| OLED1-11 | 6-2 | Ir-12 | 274 | 240 | 380 | 本発明 |
| OLED1-12 | 7-3 | Ir-12 | 170 | 161 | 240 | 本発明 |
| OLED1-13 | 8-1 | Ir-12 | 185 | 180 | 305 | 本発明 |
| OLED1-14 | 9-3 | Ir-12 | 310 | 284 | 385 | 本発明 |

30

40

【0236】

表 9 から明らかなように、本発明の有機 EL 素子は、発光輝度、発光効率が改善され、耐久性がよいことから非常に有用であることがわかった。

【0237】

実施例 2

〈有機 EL 素子の作製〉

有機 EL 素子 OLED2-1 を以下のようにして作製した。

50

【0238】

I T O 基板（前出）を実施例 1 と同様に製膜、洗浄、乾燥、オゾン洗浄した。この透明支持基板上に P E D O T / P S S 溶液（ポリエチレンジオキシチオフェン—ポリスルホン酸ドーパ体；バイエル製 b a y t r o n）を膜厚約 100 nm でスピコートした後、真空加熱乾燥した。この上にポリマー P V K 30 mg、ドーパントとして I r - 1 を 1.5 mg、電子輸送材料として 2 - (4 - ビフェニルイル) - 6 - (4 - t - ブチルフェニル) 1, 3, 4 - オキサジアゾール (O X D) 2 mg をジクロロメタン 2 ml に溶解し、その溶液をスピコートすることで膜厚 100 nm の発光層を得た。これを真空蒸着装置に取付け、次いで、真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧し、陰極バッファ層としてフッ化リチウム 0.5 nm 及び陰極としてアルミニウム 110 nm を蒸着して陰極を形成した。最後にガラス封止をし、有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 を作製した。 10

【0239】

ポリマー材料としてポリマー P V K の代わりに表 10 に示す材料を用いて、有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 と同様にして、有機 E L 素子 O L E D 2 - 2 ~ 2 - 13 を作製した。

【0240】

〈有機 E L 素子の評価〉

以下のようにして得られた有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 ~ 2 - 13 の評価を下記のようにして行い、その結果を表 10 に示す。

【0241】

（発光輝度、発光効率）

有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 ~ O L E D 2 - 13 の発光色は緑色であった。有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 は初期駆動電圧 5 V で電流が流れ始めた。有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 ~ 2 - 13 の温度 23 °C、乾燥窒素ガス雰囲気下で 10 V 直流電圧を印加した時の発光輝度 (cd/m^2)、発光効率 (lm/W) を測定した。 20

【0242】

発光輝度、発光効率は有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 を 100 とした時の相対値で表した。発光輝度については、C S - 1000（ミノルタ製）を用いて測定した。

（耐久性）

10 mA / cm^2 の一定電流で駆動したときに初期輝度が元の半分に低下するのに要した時間である半減寿命時間を耐久性の指標として表した。半減寿命時間は有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 を 100 とした時の相対値で表した。 30

【0243】

【表 10】

| 有機EL素子 | 正孔注入材料 | ポリマー | ドーパント | 電子輸送材料 | 発光輝度 | 発光効率 | 半減時間 | 備考 |
|----------|--------|------|-------|--------|------|------|------|-----|
| OLED2-1 | PEDOT | PVK | Ir-1 | OXD | 100 | 100 | 100 | 比較 |
| OLED2-2 | PEDOT | R-1 | Ir-1 | OXD | 111 | 113 | 115 | 比較 |
| OLED2-3 | PEDOT | R-2 | Ir-1 | OXD | 100 | 110 | 120 | 比較 |
| OLED2-4 | PEDOT | R-3 | Ir-1 | OXD | 109 | 111 | 105 | 比較 |
| OLED2-5 | PEDOT | 2-14 | Ir-1 | — | 176 | 168 | 275 | 本発明 |
| OLED2-6 | PEDOT | 3-8 | Ir-1 | — | 238 | 235 | 310 | 本発明 |
| OLED2-7 | PEDOT | 3-13 | Ir-1 | — | 210 | 208 | 285 | 本発明 |
| OLED2-8 | PEDOT | 4-8 | Ir-1 | — | 140 | 138 | 200 | 本発明 |
| OLED2-9 | PEDOT | 5-2 | Ir-1 | — | 168 | 170 | 255 | 本発明 |
| OLED2-10 | PEDOT | 6-3 | Ir-1 | — | 246 | 238 | 325 | 本発明 |
| OLED2-11 | PEDOT | 7-5 | Ir-1 | — | 160 | 164 | 180 | 本発明 |
| OLED2-12 | PEDOT | 8-7 | Ir-1 | — | 208 | 204 | 275 | 本発明 |
| OLED2-13 | PEDOT | 9-5 | Ir-1 | — | 275 | 264 | 340 | 本発明 |

10

20

【0244】

表10から明らかなように、本発明の構成の有機EL素子は、低分子の電子輸送材料を別途添加した比較有機EL素子に比べ発光輝度、発光効率が改善され、耐久性がよいことから、非常に有用であることがわかった。

【0245】

実施例3

有機EL素子OLED3-1を以下のようにして作製した。

30

【0246】

実施例2で作製したOLED2-1のドーパント Ir-1 1.5mgを、Ir-1 2.0mgとIr-6 0.2mgに置き換えた以外はOLED2-1と全く同じ方法で有機EL素子OLED3-1を作製した。さらに有機EL素子OLED3-1のポリマーPVKを下記表11に示すポリマーに換え有機EL素子OLED3-2～3-19を作製した。

【0247】

実施例2と同様な手法でOLED3-1を基準に相対比較を行った。なお、発光色はどの素子もほぼ白色の発光だった。その結果を表11に示す。

【0248】

40

【表11】

| 有機EL素子 | 正孔注入材料 | ポリマー | ドーパント | 電子輸送材料 | 発光輝度 | 発光効率 | 半減時間 | 備考 |
|----------|--------|------|------------|--------|------|------|------|-----|
| OLED3-1 | PEDOT | PVK | Ir-12/Ir-6 | OXD | 100 | 100 | 100 | 比較 |
| OLED3-2 | PEDOT | R-1 | Ir-12/Ir-6 | OXD | 111 | 113 | 115 | 比較 |
| OLED3-3 | PEDOT | R-2 | Ir-12/Ir-6 | OXD | 100 | 110 | 120 | 比較 |
| OLED3-4 | PEDOT | R-3 | Ir-12/Ir-6 | OXD | 109 | 111 | 105 | 比較 |
| OLED3-5 | PEDOT | 1-7 | Ir-12/Ir-6 | — | 115 | 116 | 135 | 本発明 |
| OLED3-6 | PEDOT | 1-10 | Ir-12/Ir-6 | — | 108 | 104 | 140 | 本発明 |
| OLED3-7 | PEDOT | 1-12 | Ir-12/Ir-6 | — | 109 | 110 | 150 | 本発明 |
| OLED3-8 | PEDOT | 2-16 | Ir-12/Ir-6 | — | 221 | 208 | 235 | 本発明 |
| OLED3-9 | PEDOT | 3-10 | Ir-12/Ir-6 | — | 225 | 225 | 280 | 本発明 |
| OLED3-10 | PEDOT | 3-14 | Ir-12/Ir-6 | — | 222 | 220 | 260 | 本発明 |
| OLED3-11 | PEDOT | 4-7 | Ir-12/Ir-6 | — | 125 | 139 | 190 | 本発明 |
| OLED3-12 | PEDOT | 6-5 | Ir-12/Ir-6 | — | 242 | 251 | 305 | 本発明 |
| OLED3-13 | PEDOT | 5-9 | Ir-12/Ir-6 | — | 205 | 198 | 235 | 本発明 |
| OLED3-14 | PEDOT | 7-5 | Ir-12/Ir-6 | — | 198 | 201 | 220 | 本発明 |
| OLED3-15 | PEDOT | 7-4 | Ir-12/Ir-6 | — | 102 | 107 | 170 | 本発明 |
| OLED3-16 | PEDOT | 8-4 | Ir-12/Ir-6 | — | 106 | 112 | 190 | 本発明 |
| OLED3-17 | PEDOT | 8-6 | Ir-12/Ir-6 | — | 226 | 218 | 195 | 本発明 |
| OLED3-18 | PEDOT | 9-6 | Ir-12/Ir-6 | — | 312 | 305 | 330 | 本発明 |
| OLED3-19 | PEDOT | 10-2 | — | — | 304 | 301 | 380 | 本発明 |

10

20

30

40

50

【0249】

実施例 4

実施例 1 で作製したそれぞれ赤色、緑色、青色発光有機 EL 素子を同一基板上に並置し、図 1 に示すアクティブマトリックス方式フルカラー表示装置を作製した。図 1 には作製したフルカラー表示装置の表示部 A の模式図のみを示した。即ち同一基板上に、複数の走査線 5 及びデータ線 6 を含む配線部と、並置した複数の画素 3（発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素等）とを有し、配線部の走査線 5 及び複数のデータ線 6 はそれぞれ導電材料からなり、走査線 5 とデータ線 6 は格子状に直交して、直交する位置で画素 3 に接続している（詳細は図示せず）。前記複数の画素 3 は、それぞれの発光色に対応した有機 EL 素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタそれぞれが設けられたアクティブマトリックス方式で駆動されており、走査線 5 から走査信号が印加されると、データ線 6 から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。この様に各赤、緑、青の画素を適宜、並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0250】

フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度の高く耐久性の良好な、鮮明なフルカラー動画表示が得られた。

【0251】

実施例 5

実施例 3 の有機 EL 素子 OLED3-18 の非発光面をガラスケースで覆い、照明装置とした。照明装置は直流電源を用いることにより、白色光を発する薄型の照明装置として使用することができた。図 5 は照明装置の概略図で、図 6 は照明装置の断面図である。

【0252】

【発明の効果】

本発明により、発光効率が高く、かつ、製造負荷が低減された有機エレクトロルミネッセンス素子及びその製造方法、それを有する表示装置、照明装置及び光源を提供することが

できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】有機 EL 素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図 2】表示部の模式図である。

【図 3】画素の模式図である。

【図 4】パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

【図 5】照明装置の概略図である。

【図 6】照明装置の断面図である。

【符号の説明】

1 ディスプレイ

3 画素

5 走査線

6 データ線

7 電源ライン

10、101 有機 EL 素子

11 スイッチングトランジスタ

12 駆動トランジスタ

13 コンデンサ

102 ガラスカバー

103 電源線（陽極）

104 電源線（陰極）

105 陰極

106 有機 EL 層

107 ITO（透明電極）

108 ガラス基板

109 窒素ガス

110 乾燥剤（酸化バリウム）

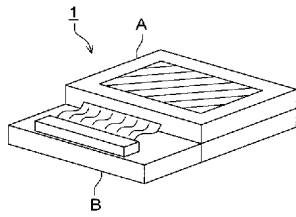
A 表示部

B 制御部

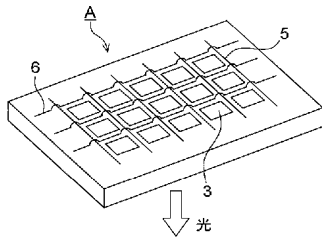
10

20

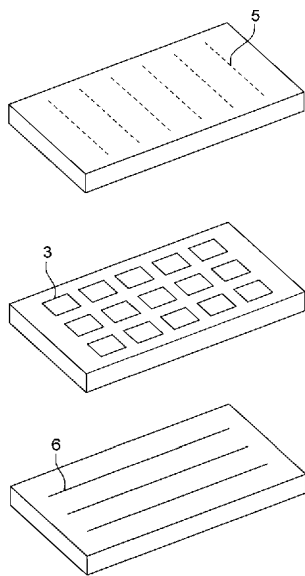
【図 1】



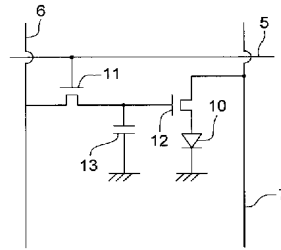
【図 2】



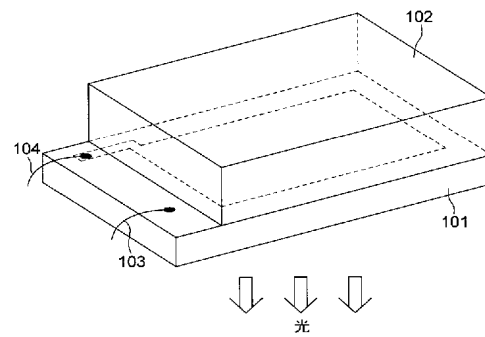
【図 4】



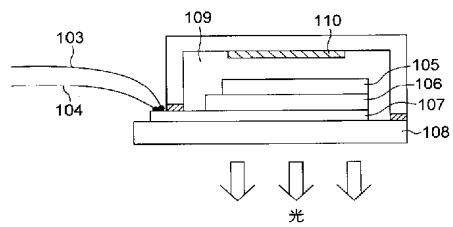
【図 3】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷

F I

テーマコード (参考)

C O 8 G 81/00

C O 8 G 81/00

C O 8 G 85/00

C O 8 G 85/00

C O 9 K 11/06

C O 9 K 11/06 6 6 0

H O 5 B 33/10

C O 9 K 11/06 6 8 0

H O 5 B 33/10

F ターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB11 AB18 BA06 DB03 FA01

4J026 HA08 HA11 HA19 HB08 HB11 HB19 HC47

4J031 AA49 AB04 AC03 AD01 AD03 AF21 AF23 BA06 BA11 BA15

BA17 BB01 BB02 BB03 BB04 BB05 BC19 BD21 BD23 CD28

4J100 AB07P AB07Q AB07R AB15Q AB15R AL08P AL08Q AL08R AL65Q AQ26P

BA01R BA27Q BA71R BA87P BB07P BB07Q BB07R BC04P BC04Q BC42P

BC43P BC43Q BC43R BC44P BC44Q BC48P BC49Q BC49R BC65P BC73Q

BC73R BC75Q BC75R BC79Q CA04 CA05 DA55 DA61 JA32 JA43